



Mara Rita Pina Palma Mourinho

Licenciada em Engenharia Alimentar

**Desenvolvimento de uma bebida por
infusão à base de cevada (*Hordeum
vulgare* L.)**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Tecnologia e segurança alimentar

Orientador: Professor Doutor Fernando José Cebola
Lidon, Faculdade de Ciências e Tecnologia,
Universidade Nova de Lisboa

Co-orientador: Engenheiro Marco Túlio de Moraes Garcia
Miranda, Novadelta – Comércio e Indústria de Cafés,
S.A.

Júri:

Presidente: Prof. Doutora Maria Paula Amaro de Castilho Duarte
Arguente: Prof. Doutora Isabel Borges Coutinho Medeiros Dias
Vogais: Prof. Doutor Fernando José Cebola Lidon
Eng. Marco Túlio de Moraes Garcia Miranda





Mara Rita Pina Palma Mourinho

Licenciada em Engenharia Alimentar

**Desenvolvimento de uma bebida por
infusão à base de cevada (*Hordeum
vulgare* L.)**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Tecnologia e segurança alimentar

Orientador: Professor Doutor Fernando José Cebola
Lidon, Faculdade de Ciências e Tecnologia,
Universidade Nova de Lisboa

Co-orientador: Engenheiro Marco Túlio de Moraes Garcia
Miranda, Novadelta – Comércio e Indústria de Cafés,
S.A.

Nota: O conteúdo e as conclusões aqui apresentadas são de responsabilidade exclusiva da autora e não representam a opinião da Diverge - Centro de Inovação do Grupo Nabeiro, nem a comprometem.

Copyright

Copyright © - Todos os direitos reservados. Mara Rita Pina Palma Mourinho. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

“Desenvolvimento de uma bebida por infusão à base de cevada (*Hordeum vulgare* L.)”.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

A presente dissertação foi realizada com base no trabalho desenvolvido em parceria com a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa e a empresa Novadelta Cafés – Comércio e Indústria de Café, S.A., a quem manifesto o meu sincero obrigado pela oportunidade oferecida, pela experiência enriquecedora e aprendizagem.

Ao meu orientador Professor Doutor Fernando José Lidon, por contribuir para a realização deste trabalho, pela sua constante disponibilidade e apoio, pela partilha de conhecimento, motivação e amizade.

Ao meu co-orientador Marco Túlio Miranda por permitir esta experiência possível, pela partilha de ideias e conhecimento, pela motivação, pela disponibilidade de recursos materiais e humanos à realização do presente trabalho, pelo convívio e amizade.

À Cláudia Figueira pela constante disponibilidade e atenção, pelos ensinamentos e partilha de conhecimentos, úteis à realização deste trabalho e futuras experiências profissionais. Por me fazer ver que podemos fazer sempre melhor. Pelo carinho, convívio e amizade.

Ao Instituto de Investigação Científica e Tropical pela disponibilidade de recursos. Ao Engenheiro Eduardo Leitão e Doutor José Cochicho Ramalho pelo auxílio e partilha de conhecimento. À técnica de laboratório Elisabete Lopes pela colaboração nas determinações analíticas, companhia e amizade. À Sra. Isabel Pais pelo carinho, atenção e auxílio.

À Professora Fernanda Pessoa pela preocupação, carinho e força.

À Vânia Ribeiro pela preciosa ajuda nos momentos críticos, pelo apoio e disponibilidade, pelos conselhos e ajuda.

Aos meus pais Maria José e Joaquim António Mourinho por acreditarem em mim, pelo amor, carinho e apoio, transmissão de valores e lealdade, por me ensinarem que é preciso lutarmos por aquilo em que acreditamos, por me fazerem querer ser sempre uma pessoa melhor.

Aos meus irmãos, Fábio e Hélio, pelo incentivo, apoio, carinho e preocupação, mesmo quando a milhas de distância. À minha cunhada Laura pelo carinho e força, e à minha pequena sobrinha

Mafalda pelas grandes alegrias, que me deram motivação para continuar este trabalho. À família, avó, tios e primos, pelo apoio, mesmo distante.

Ao meu namorado Miguel pelo apoio, por acreditar em mim mais do que eu, pelo amor, amizade e companheirismo. Pela disponibilidade e ajuda à realização do trabalho. Pela troca de ideias, coragem e muito mais.

Aos meus amigos e todos os intervenientes que tornaram esta experiência possível, o meu sincero obrigado.

Resumo

Os alimentos funcionais têm tido um crescente interesse pelos consumidores, em parte devido ao aumento do conhecimento dos benefícios do seu consumo. O café, embora possua características funcionais, é rejeitado por alguns grupos de consumidores, principalmente pelo seu teor de cafeína. A cevada é o cereal mais utilizado como substituto de café e apresenta alguns compostos na sua constituição com acção benéfica à saúde. O objetivo deste estudo centrou-se no desenvolvimento de uma bebida substituta de café, naturalmente isenta de cafeína, direcionado para um público sénior, com recurso à tecnologia, criando um produto inovador. Neste enquadramento desenvolveu-se uma bebida à base de cevada, num conceito de bebida longa.

Para o desenvolvimento de café de cevada em formato DeltaQ foi necessário avaliar a melhor condição de extração da bebida em cápsula, a matéria-prima com melhor interação com a cápsula e a melhor bebida em termos sensoriais. Foram selecionadas duas variáveis de filtro (filtro de 90g/m² e sem filtro) com melhor prestação. O conceito da bebida, com os resultados de extração, levou à análise de duas variáveis de volume, 70mL e 110mL. Foram, também, realizadas determinações químicas para avaliação complementar à eficiência de extração nas variáveis em estudo e avaliação nutricional da bebida. A aceitação e seleção da melhor variável e matéria-prima foram feitas por análise sensorial, com provadores treinados e não treinados, e ainda por teste de consumidor. As amostras e variáveis não apresentam diferenças significativas entre si, embora os provadores manifestem maior preferência pela bebida longa. Contudo, a sua qualidade não corresponde ao expectável.

Palavras-chave: Aceitação, bebida, café, cevada, extração.

Abstract

Consumers have become more interested in functional foods because their health benefits have become better known. Some consumers reject coffee mainly because of its caffeine content, though it has functional characteristics. Barley is the cereal most used as a coffee substitute and has compounds with health benefits in its composition. The aim of this project was to develop a coffee substitute beverage naturally free of caffeine, to capture the senior market, using technology to create an innovative product. Accordingly, the beverage, which is made from barley, uses the concept of *lungo* drink in capsules for the senior market.

To develop barley coffee in DeltaQ mode it was necessary to determine the best beverage extraction procedure, including the best raw material with the best performance inside the capsule and the best sensory characteristics. The best extraction parameters in capsule with two filter variables (90g/m² and without filter) were evaluated and selected according to their performance at two volume variables (70mL and 110mL). Moreover, chemical and nutritional analyses were done for complementary assessment. The best brew's extraction condition and the best raw-material in capsule were evaluated based upon the sensory properties of the beverage, which was carried out by trained and untrained panelists, and also by a focus group test. The samples and extraction parameters do not have significant differences, although consumers have indicated a preference for the long beverage. However, its quality has not corresponded to expectations.

Keywords: barley, brew extraction, coffee, consumer accept.

Índice de matérias

Agradecimentos	I
Resumo	III
Abstract.....	V
Índice de matérias	VII
Índice de tabelas	IX
Índice de figuras	XIII
Lista de abreviaturas	XV
1 Introdução.....	- 1 -
1.1 Estrutura da dissertação	- 2 -
1.2 Objetivo de estudo	- 2 -
1.3 Enquadramento teórico	- 4 -
1.3.1 Cevada – produção e consumo	- 4 -
1.3.2 Características físicas da cevada.....	- 5 -
1.3.3 Composição química da cevada	- 7 -
1.3.4 Cevada como ingrediente funcional	- 10 -
1.3.5 Processamento tecnológico da cevada.....	- 12 -
1.3.5.1 Utilização de cevada para produção de café.....	- 13 -
1.3.5.2 Café de cevada em cápsulas	- 16 -
1.3.6 Análise sensorial.....	- 18 -
1.3.7 Aspetos importantes na avaliação sensorial do café.....	- 19 -
1.3.8 Avaliação sensorial do café de cevada	- 22 -
1.3.9 Aceitação do consumidor	- 24 -
1.3.10 Enquadramento legal	- 26 -
2 Materiais e métodos	- 29 -
2.1 Análise de extração	- 29 -
2.2 Análise química.....	- 31 -
2.2.1 Formação de creme e persistência.....	- 31 -
2.2.2 Determinação da cor.....	- 31 -
2.2.3 Determinação de pH.....	- 32 -
2.2.4 Índice de refração	- 33 -
2.2.5 Sólidos totais e sólidos solúveis	- 33 -
2.2.6 Determinação de açúcares	- 33 -
2.2.7 Determinação de proteínas	- 33 -

2.2.8	Polifenóis totais	- 34 -
2.2.9	Atividade anti radicalar (ABTS)	- 34 -
2.3	Análise mineralógica	- 35 -
2.4	Análise sensorial	- 36 -
2.4.1	Estudo de mercado	- 36 -
2.5	Teste de consumidor	- 36 -
2.6	Análise estatística	- 37 -
3	Resultados e Discussão	- 39 -
3.1	Análise de extração	- 39 -
3.2	Análise química	- 43 -
3.2.1	Formação de creme e persistência	- 43 -
3.2.2	Determinação da cor	- 47 -
3.2.3	Determinação de pH	- 49 -
3.2.4	Índice de refração	- 50 -
3.2.5	Sólidos totais e sólidos solúveis	- 51 -
3.2.6	Determinação de açúcares	- 54 -
3.2.7	Determinação de proteínas	- 57 -
3.2.8	Teor de polifenóis totais	- 59 -
3.2.9	Atividade anti radicalar	- 60 -
3.3	Análise mineralógica	- 63 -
3.4	Análise sensorial	- 66 -
3.4.1	Estudo de mercado	- 74 -
3.5	Teste de consumidor	- 75 -
4	Conclusão	- 79 -
5	Referências bibliográficas	- 81 -
ANEXO I	- 89 -

Índice de tabelas

Tabela 1-1 - Composição química do grão de cevada.....	10 -
Tabela 1-2 - Compostos de aroma identificados no café, com possível influência sobre o seu sabor. Referência: adaptado de Grosch (1998).	21 -
Tabela 1-3 - Compostos voláteis de cevada moída, cevada torrada e bebida de cevada torrada como substituto de café.	24 -
Tabela 2-1 - Escala numérica para avaliação quantitativa do parâmetro de extração.	30 -
Tabela 2-2 - Escala numérica para avaliação quantitativa do parâmetro rendimento.	30 -
Tabela 2-3 - Escala numérica para avaliação visual da formação de espuma na bebida.....	30 -
Tabela 2-4 – Equação da reta representativa da curva de calibração de BSA.....	34 -
Tabela 2-5 - Equação da reta representativa da curva de calibração de ácido gálico (Ribeiro, 2010).	34 -
Tabela 2-6 - Equação da reta obtida pela curva de calibração de ácido ascórbico (Ribeiro, 2010).	35 -
Tabela 2-7 - Escala numérica para avaliação das características "Aspetto/Cor", "Aroma", "Doçura", "Corpo/Textura", "Sabor natural" e "Qualidade global".....	36 -
Tabela 2-8 - Escala numérica para avaliação da característica "Sabor solúvel/químico".	36 -
Tabela 3-1 - Avaliação das variáveis de filtro segundo os parâmetros de eficiência de extração e rendimento.....	39 -
Tabela 3-2 - Avaliação das amostras segundo as características visuais conferidas à bebida, nomeadamente formação de espuma e persistência.	41 -
Tabela 3-3 – Média e respetivo erro padrão da análise de variância (ANOVA) de fator duplo para o parâmetro de extração, com $\alpha=0,05\%$. As letras «a», «b» e «c» indicam diferenças significativas entre as amostras. A letra «r» indica que não existem diferenças significativas entre as variáveis de filtro.	43 -
Tabela 3-4 – Média e respetivo erro padrão da análise de variância (ANOVA) de fator duplo para o parâmetro de rendimento, com $\alpha=0,05\%$. As letras «a» e «r» indicam que não existem diferenças significativas entre as amostras e entre as variáveis de filtro, respetivamente.	43 -
Tabela 3-5 - Análise de variância (com confiança de 95%) da capacidade de formação de creme das amostras nas variáveis filtro e volume. Os valores apresentados correspondem à média da percentagem de creme e respetivo erro padrão. A letra «a» indica que não existem diferenças significativas entre as amostras. As letras «r» e «s» indicam diferenças significativas entre as variáveis de filtro e volume.	46 -
Tabela 3-6 - Análise de variância (com $\alpha=0,05\%$) da persistência do creme, descrito em minutos, das amostras nas diferentes variáveis de volume e filtro. Os valores apresentados correspondem à média da persistência de creme e respetivo erro padrão. As letras «a» e «b»	

indicam diferenças significativas entre as amostras. As letras «r», «s» e «t» indicam diferenças significativas entre as variáveis de filtro e volume.- 46 -

Tabela 3-7 - Parâmetros colorimétricos das bebidas obtidas pelas diferentes amostras, com a respectiva análise de variância ($\alpha=0,05\%$), nas variáveis volume e filtro. Os valores apresentados correspondem à média dos parâmetros colorimétricos e respetivo erro padrão. As letras «a», «b» e «c» indicam diferenças significativas entre as amostras. As letras «r» e «s» indicam diferenças significativas entre as variáveis de filtro e volume.- 48 -

Tabela 3-8 - Diferença de cor entre os pares de amostras.- 49 -

Tabela 3-9 - Valor médio de pH das bebidas das quatro amostras e respetivo erro padrão. A análise de variância (com 95% de confiança) está representada pelas letras «a», «b», «c» e «d», indicando diferenças significativas entre as amostras e as letras «r» e «s» indicam diferenças significativas entre as variáveis de filtro e volume.- 49 -

Tabela 3-10 - Análise de variância (com $\alpha=0,05\%$) do índice de refração (°Brix) das amostras para as variáveis filtro e volume. Os valores apresentados correspondem à média do índice de refração e respetivo erro padrão. As letras «a», «b» e «c» indicam diferenças significativas entre as amostras e as letras «r» e «s» indicam diferenças significativas entre as variáveis de filtro e volume.- 51 -

Tabela 3-11 – Análise de variância (com $\alpha=0,05\%$) do teor de sólidos totais (mg/mL) das amostras nas variáveis volume e filtro. Os valores apresentados correspondem à média do teor de sólidos totais e respetivo erro padrão nas bebidas. A letra «a» indica que não existem diferenças significativas entre as amostras. As letras «r» e «s» indicam diferenças significativas entre as variáveis de filtro e volume. *V1=70mL, V2=110mL; F1=filtro de 90g/m², F2=sem filtro.- 52 -

Tabela 3-12 – Avaliação de rendimento segundo o teor de sólidos totais face ao conteúdo de matéria-prima na cápsula, para as diferentes bebidas.- 52 -

Tabela 3-13 - Análise de variância (com $\alpha=0,05\%$) do teor de sólidos solúveis das amostras nas variáveis volume e filtro. Os valores apresentados correspondem à média do teor de sólidos solúveis e respetivo erro padrão. As letras «a» e «b» indicam diferenças significativas entre as amostras. As letras «r» e «s» indicam diferenças significativas entre as variáveis de filtro e volume.- 54 -

Tabela 3-14 - Teor médio de açúcares presente nas amostras com respetivo erro padrão e análise de variância (com 95% de confiança). As letras «a», «b» e «c» representam diferenças significativas entre as amostras. As letras «r», «s» e «t» indicam diferenças significativas entre as variáveis de filtro e volume.- 55 -

Tabela 3-15 - Análise de variância ($\alpha=0,05\%$) do teor de proteínas para as quatro amostras nas variáveis volume e filtro. Os valores apresentados correspondem aos teores médios de proteínas e respetivos erros padrões. As letras «a» e «b» indicam diferenças significativas entre as amostras e a letra «r» indica que não existem diferenças significativas entre as variáveis de filtro e volume.- 58 -

Tabela 3-16 - Composição química da matéria-prima das amostras, conferida pelos respetivos fornecedores.- 59 -

Tabela 3-17 - Análise de variância (com $\alpha=0,05\%$) do teor de polifenóis totais (mg GAE/L), das amostras, nas variáveis filtro e volume. Os valores apresentados correspondem aos valores médios do teor de polifenóis e respetivo erro padrão. As letras «a», «b» e «c» indicam

diferenças significativas entre as amostras e as letras «r», «s» e «t» indicam diferenças significativas entre as variáveis de filtro e volume.- 60 -

Tabela 3-18 - Análise de variância (com $\alpha=0,05\%$) da atividade antioxidante das amostras, nas variáveis de filtro e volume. Os valores apresentados representam os valores médios e respectivo erro padrão da atividade antiradicalar das bebidas. As letras «a» e «b» indicam diferenças significativas entre as amostras e as letras «r», «s» e «t» indicam diferenças significativas entre as variáveis de filtro e volume.....- 61 -

Tabela 3-19 - Identificação dos elementos minerais presentes em cada matéria-prima e respetiva concentração (mg/kg).- 65 -

Tabela 3-20 - Análise de variância (com $\alpha=0,05\%$) das amostras nas variáveis filtro e volume para cada parâmetro de análise. Os valores apresentados correspondem à pontuação média e respectivo erro padrão, de cada parâmetro sensorial. As letras «a» e «r» indicam as diferenças significativas entre as amostras e entre as variáveis de filtro e volume, respetivamente.- 72 -

Tabela 3-21 - Pontuação média e respectivo erro padrão de cada parâmetro sensorial para cada amostra, obtidos pelo painel de provadores. As letras «a» e «b» indicam as respetivas diferenças significativas entre as amostras.- 77 -

Índice de figuras

Figura 1-1 - Espiga de grão com duas fileiras (A) e seis fileiras (B). Fonte: Adaptado de Asare (2011).	5 -
Figura 1-2 – Interior de um grão de cevada em corte longitudinal (A) e identificação dos seus constituintes (B). Fonte (A): M&B (2011); Fonte (B): adaptado de DMG (1999).	6 -
Figura 1-3 - Processamento da cevada para obtenção de diferentes matérias-primas e sua utilização. Fonte: adaptado de (Newman e Newman, 2008).	13 -
Figura 1-4 - Processo de obtenção de matérias-primas para café solúvel a partir de cevada. Fonte: adaptado de Grana Sp. zo.o. (2011)	14 -
Figura 1-5 - Componentes constituintes de uma cápsula de café. Tampa com demonstração de abertura fácil, (A) e filtro superior (B). Recipiente para matéria-prima com demonstração de fundo perfurado (C) e filtro inferior (D). Fonte: Cravo.	17 -
Figura 1-6 - Mecanismo de interpretação de uma análise sensorial. Adaptado de Esteves (2009) e Dijksterhuis e Piggott (2001).	19 -
Figura 2-1 - Escala de avaliação para a persistência da espuma, após agitação.	31 -
Figura 2-2 - Representação de um modelo de espaço colorimétrico CIELab, em que L* representa a escala de cor entre o preto (0) e o branco (100), a* varia entre o verde (-) e o vermelho (+), e b* varia entre o azul (-) e o amarelo(+). Fonte: Ribeiro, 2010.	32 -
Figura 2-3 - Representação esquemática do conceito de detecção de minerais com emissão de raios-X, através de analisadores portáteis Niton (ITISE).	35 -
Figura 3-1 - Avaliação média da eficiência de extração (a) e rendimento (b) da bebida para cada variável de filtro e respetivos erros padrão, na fase II.	42 -
Figura 3-2 - Percentagem média de creme e respetivo erro padrão, em função do volume de bebida, das diferentes amostras.	44 -
Figura 3-3 - Persistência do creme das bebidas, expresso em minutos, com respetivo erro padrão.	45 -
Figura 3-4 – Média do índice de refração das bebidas e repetitivo erro padrão, expresso em °Brix, para cada variável de filtro e volume.	50 -
Figura 3-5 - Teor médio de sólidos totais e respetivo erro padrão das bebidas (mg/mL) nas variáveis de filtro e volume.	51 -
Figura 3-6 - Teor médio de sólidos solúveis e respetivo erro padrão nas bebidas, para as variáveis de filtro e volume.	53 -
Figura 3-7 - Teor médio de proteínas (mg/mL) e respetivo erro padrão, das diferentes amostras.	57 -

Figura 3-8 – Teor médio de polifenóis totais e respetivo erro padrão, expresso em mg GAE/L das bebidas nas variáveis de filtro e volume.	59 -
Figura 3-9 - Atividade antiradicalar das bebidas (valores médios e respetivo erro padrão), expressas em equivalentes de ácido ascórbico (mg/L), pelas amostras A, B, C e D.....	61 -
Figura 3-10 – Fluxo de água pela cápsula, no interior da máquina (a) e circulação de água no interior da cápsula (b) (Cravo).	63 -
Figura 3-11 - Espectro das quatro amostras, onde R#30 representa a amostra A, R#33 representa a amostra B, R#28 representa a amostra C e R#29 representa a amostra D.	66 -
Figura 3-12 - Classificação global das quatro amostras para cada parâmetro de avaliação, na variável com filtro. As classificações estão organizadas por painel treinado e não treinado.-	67 -
Figura 3-13 - Avaliação média de cada amostra, na variável com filtro de 90g/m ² , segundo o painel treinado (A) e não treinado (B). Os parâmetros estão identificados pelas iniciais As – Aspeto; Ar – Aroma; SQ – Sabor químico; D – Doçura; SN – Sabor natural; C – Corpo; QG – Qualidade global.	68 -
Figura 3-14 - Avaliação global (a) e classificação média (b) das amostras, para a variável sem filtro	68 -
Figura 3-15 - Classificação média global das amostras, para a variável com filtro (A) e sem filtro (B).	70 -
Figura 3-16 - Avaliações individuais dos provadores treinados, para cada amostra, na variável sem filtro.	70 -
Figura 3-17 - Avaliações individuais dos provadores treinados e não treinados, para cada amostra, na variável com filtro de 90g/m ²	71 -
Figura 3-18 - Identificação gráfica dos componentes principais na análise estatística dos atributos sensoriais.	73 -
Figura 3-19 - Identificação dos componentes principais na análise estatística das amostras, com a individualização de grupos.	74 -
Figura 3-20 - Dendograma das variáveis (a) e casos (b) em estudo.....	74 -
Figura 3-21 - Análise sensorial do produto de referência no mercado. Erro! Marcador não definido.	
Figura 3-22 - Comparação da bebida do produto concorrente, obtida em formato DeltaQ, obtida segundo as instruções do fabricante e a amostra em estudo com melhor resultado na análise sensorial.	75 -
Figura 3-23 - Representação etária dos participantes no teste de consumidor.....	76 -
Figura 3-24 - Avaliação dos atributos sensoriais das respetivas bebidas.....	77 -
Figura 3-25 - Avaliação do conceito da bebida por parte dos provadores.	77 -
Figura 3-26 - Propensão de compra do produto pelos provadores.....	78 -

Lista de abreviaturas

AAD – Associação Americana de Diabetes
AAQC – Associação Americana de Química dos Cereais
AEAD - Análise do Extrato de Aroma por Diluição
ANOVA – Análise de variância
Ar – Aroma
As – Aspeto
AV1F1 – Amostra A, no volume 1, na variável de filtro 1
AV1F2 – Amostra A no volume 1 na variável de filtro 2
AV2F1 – Amostra A, no volume 2, na variável de filtro 1
AV2F2 – Amostra A no volume 2 na variável de filtro 2
BV1F1 – Amostra B no volume 1, na variável de filtro 1
BV1F2 – Amostra B no volume 1 na variável de filtro 2
BV2F1 – Amostra B no volume 2 na variável de filtro 1
BV2F2 – Amostra B no volume 2 na variável de filtro 2
C – Corpo
CP1 – Componentes principais 1
CP2 – Componentes principais 2
CV1F1 - Amostra C no volume 1, na variável de filtro 1
CV1F2 - Amostra C no volume 1 na variável de filtro 2
CV2F1 - Amostra C no volume 2 na variável de filtro 1
CV2F2 - Amostra C no volume 2 na variável de filtro 2
D – Doçura
DM – Diabetes *Mellitus*
DV1F1 - Amostra D no volume 1, na variável de filtro 1
DV1F2 - Amostra D no volume 1 na variável de filtro 2
DV2F1 - Amostra D no volume 2 na variável de filtro 1
DV2F2 - Amostra D no volume 2 na variável de filtro 2
F1 – Variável com filtro
F2 – Ausência de filtro
FD – Fibra Dietética
FDA – Food and Drug Administration
GAE - Equivalentes de ácido gálico
GPP – Gabinete de Planeamento e Políticas
H. C. – Hidratos de carbono
HACCP – Análise de riscos e pontos críticos de controlo
IDD – Incubadora de empresas D. Dinis
IFT – Institute of Food Technologists
ISIC – Institute for Scientific Information on Coffee
ITISE – Equipamentos Técnicos de Precisão e Científicos Lda.
M&B – Malting & Brewing
MBFC – National Barley Food Council
MRDC – Marketing Research Grupo Nabeiro Delta Cafés
NDC – NovaDelta Cafés
NHMRC – Australian National Health and Medical Research Council
PVC – Policloreto de vinilo
QG – Qualidade global
QM – Quota de Mercado
Se – Selénio
SN – Sabor natural

SQ – Sabor químico
USA – Estados Unidos da América
V1 – Volume de 70mL
V2 – Volume de 110mL

1 Introdução

Um «novo produto» pode ser definido de diferentes maneiras, no entanto, é caracterizado por «novo produto», aquele que cria consumo pela primeira vez. Podendo ser uma marca, uma linha de produtos, ou até mesmo o aperfeiçoamento de um produto já existente, com alteração da embalagem ou criação de uma nova funcionalidade (Tybor e Reynolds, 1989).

O desenvolvimento de novos produtos é um conceito, erradamente, designado por inovação (Van Boekel, 2009). No entanto, os dois conceitos podem correlacionar-se, mas não estão obrigatoriamente associados um ao outro (Van Boekel, 2009). A inovação pode ser vista como uma criação de novas ideias, mas é mais do que isso (Van Boekel, 2009). Assim, deve ser distinguida da invenção e da tecnologia, pois um novo produto pode não apresentar nada de tecnológico, assim como nem todas as ideias são inovadoras (Van Boekel, 2009).

O desenvolvimento de novos produtos é uma área que engloba não só a criação do produto mas também um conjunto de critérios que devem ser analisados, nomeadamente, as necessidades do consumidor e o público-alvo, a escolha do produto, as oportunidades de mercado, a segmentação de mercado, a criação da embalagem, o posicionamento nos *media* e o conhecimento logístico e financeiro de todo o processo (Straus, 2009). A identificação das necessidades do consumidor leva ao conhecimento de uma oportunidade potencial (Schmidt, 2009). Por isso é fundamental saber “ouvir” o consumidor de forma a criar um produto que satisfaça as suas necessidades, ou que seja benéfico para a vida do consumidor, de modo a que este passe a sentir a necessidade do produto (Schmidt, 2009). A escolha do público-alvo é também determinante para a escolha do produto. Os consumidores de hoje, nos países desenvolvidos, estão mais informados em relação à qualidade do produto nutricional e funcional. Exigem, assim, uma maior oferta para escolher e comprar, não querendo apenas produtos de baixo preço mas também produtos de elevada qualidade (Schmidt, 2009).

Atualmente, o desenvolvimento de novos produtos na indústria alimentar tem por base não só a inovação do mercado mas também a capacidade de atrair o consumidor, criando para isso, produtos com características que os tornam capazes de manifestar efeitos benéficos na saúde de quem os consome, o que coloca os alimentos com propriedades funcionais no topo da atenção deste setor industrial (Charalampopoulos et al., 2002; Havrlentová et al., 2011).

O café, bebida mundialmente consumida, é um forte exemplo de um alimento funcional. Visto ser um alimento com inúmeros benefícios estudados e comprovados para o organismo, nomeadamente, no desempenho intelectual, concentração e estado de alerta (Teixeira, 2008), assim como na prevenção ou redução de algumas doenças, como diabetes mellitus (DM) tipo 2, doença de Alzheimer, doença de Parkinson e prevenção do aumento da pressão arterial (ISIC). Os efeitos benéficos provenientes do consumo de café advêm da diversa quantidade de

substâncias biologicamente ativas no grão, como a cafeína, agentes antioxidantes, fitoestrogénios, cafestol, entre outras (Teixeira, 2008). No entanto, o café é pouco aconselhado para alguns grupos de consumidores, como o caso das grávidas e crianças, ou até mesmo idosos, onde o efeito da cafeína pode ser adverso ao manifestado nos consumidores não pertencentes a estes grupos (Teixeira, 2008). Nesse sentido, as bebidas à base de cereais têm-se revelado uma forte tendência no mercado e uma boa alternativa à bebida de café (FDA, 2006). A cevada é o cereal mais utilizado como sucedâneo de café, sendo bastante abundante neste tipo de bebidas (Bianchi et al., 2007). Contudo, a mistura de cereais, como cevada, trigo, centeio, aveia ou arroz e adicionalmente a flor de chicória são também comuns nas bebidas alternativas ao café (Majcher et al., 2013). Naturalmente isentos de cafeína (Majcher et al., 2013; Bianchi et al., 2007) e também com uma quantidade significativa de substâncias ativas, como as fibras, os cereais manifestam alguns benefícios na saúde de quem os consome, nomeadamente na regulação do trânsito intestinal, redução de colesterol, prevenção de doenças cardiovasculares (FDA, 2006) e diminuição do teor lipídico, com a característica de serem recomendados para todos os grupos de consumidores (Bianchi et al., 2007).

1.1 Estrutura da dissertação

Para alcançar os objetivos propostos, a presente dissertação foi dividida em quatro capítulos. O primeiro capítulo apresenta uma breve referência introdutória sobre a envolvente do desenvolvimento de novos produtos, uma revisão da literatura onde são descritos alguns aspetos importantes sobre a matéria em estudo; e a descrição de algumas etapas importantes no desenvolvimento e avaliação do produto; o segundo capítulo caracteriza os passos realizados para a avaliação química e sensorial, assim como os ensaios técnicos para a validação do conceito à escala industrial; o terceiro capítulo apresenta os resultados obtidos nos testes químicos e a discussão dos mesmos para seleção do produto final; e por fim, o quarto capítulo consiste numa pequena conclusão do trabalho e apresenta sugestões futuras de acordo com o objetivo de estudo.

1.2 Objetivo de estudo

Segundo uma análise de mercado, com o objetivo de avaliar o comportamento dos consumidores em relação à compra de solúveis em Portugal, verificou-se que no último ano móvel, em média, os lares portugueses gastaram mais em compras de solúveis (MRDC, 2012b). O grupo dominante é representado por lares sem crianças, seguindo-se os lares pequenos (até três membros), a classe alta e média-alta e por último as famílias maduras (MRDC, 2012b).

O mercado de solúveis é dividido entre as bebidas de cereais e os cafés puros, tendo este setor vindo a crescer gradualmente ao longo dos últimos 3 anos, representando 23% da quota de mercado (QM) das bebidas quentes, até ao último trimestre de 2012 (MRDC, 2012b). No terceiro trimestre do ano passado foi registado um aumento de 30% em valor de compras nos solúveis, o que significa que este tipo de produtos está a despertar a atenção do consumidor, favorecendo também o crescimento da economia (MRDC, 2012a).

A empresa NovaDelta – Comércio e Indústria de Cafés, S.A. fundada em 1961 pelo Sr. Comendador Rui Nabeiro, é atualmente líder em Portugal, Angola e Moçambique no mercado de café (NDC, 2013). Com mais de 50 anos de história, a empresa está presente em 35 países, com atuação direta em Portugal, Espanha, França, Angola, Luxemburgo e Brasil, movimentando mais de 300 milhões de euros por ano (NDC, 2013). No setor dos solúveis, a Delta detém apenas 3% da QM actual, mas apresenta um crescimento de 28% (MRDC, 2012b). Para atingir maior número de lares consumidores de solúveis, a empresa deve adotar a estratégia de crescimento, alargando a sua gama de produtos solúveis, focando principalmente os perfis sócio demográficos de consumidores de solúveis NovaDelta Cafés, atualmente com menor penetração, que são a classe média, os seniores e famílias maduras (MRDC, 2012a).

Dentro dos cafés solúveis, as bebidas de cereais apresentam maior QM (55%), sendo preferíveis as misturas de cereais e café, com 32% de QM, embora as bebidas de cereais sem cafeína apresentem o maior aumento (35%) (MRDC, 2012a).

Neste sentido, a empresa pretende desenvolver produtos solúveis inovadores, focando as preferências dos consumidores e direcionados para os grupos que atualmente manifestam menor incidência no consumo destes produtos. Dessa forma pretende desenvolver produtos solúveis à base de cereais com recurso à inovação tecnológica. Visa, assim, criar solúveis em cápsulas, usando a cevada como ingrediente exclusivo e/ou principal, por ser o sucedâneo de café mais abundante e popular, mas também pelas suas propriedades nutricionais. A criação de uma bebida 100% sem cafeína é direcionada para as famílias seniores e serve de base para produtos derivados. Dentro do conceito das bebidas longas (180mL), a bebida surge com o intuito não só de substituição do café *espresso* mas também como bebida para pequeno-almoço.

Posto isto, o presente trabalho teve como objetivo geral o desenvolvimento de uma bebida por infusão à base de cevada solúvel, para utilização em cápsulas de máquinas de café expresso DeltaQ, convergindo os seguintes objetivos específicos:

- Desenvolvimento de uma bebida sem cafeína, direcionada para consumidores seniores e consumidores de café com baixo teor de cafeína (descafeinados);
- Desenvolvimento de uma bebida longa que serve de base para outras potencialmente atrativas no mercado;
- Avaliação sensorial dos produtos a desenvolver, recorrendo a provas organoléticas;
- Avaliação da aceitação do consumidor, recorrendo a provas hedónicas e análise estatística;

- Acompanhamento e avaliação do plano industrial do produto.

1.3 Enquadramento teórico

1.3.1 Cevada – produção e consumo

A cevada, nome comum para a planta *Hordeum vulgare* L. (Baik e Ullrich, 2008) pertence à família das *Poaceae*, com associação taxonómica à espécie selvagem *Hordeum spontaneum* K (Asare, 2011). É um cereal secularmente produzido em todo o mundo (Baik e Ullrich, 2008), sendo o quarto mais importante, depois do milho, trigo e arroz em termos de quantidade produzida, área de cultivo (560.000 km²) e consumo (Asare, 2011). É uma importante fonte de alimentação em diversas partes do mundo, incluindo médio oriente, norte de África, norte e leste da Europa (Irão, Marrocos, Etiópia, Finlândia, Inglaterra, Dinamarca, Rússia e Polónia) e na Ásia (Japão, Índia, Tibet e Coreia) (Baik e Ullrich, 2008). No entanto, a utilização de produtos de elevada qualidade e sabor a partir de outros cereais, como trigo e arroz, levaram a um decréscimo na utilização de cevada para a produção de alimentos, especialmente nos séculos XIX e XX (Baik e Ullrich, 2008).

A cevada foi a primeira cultura doméstica com seu uso primordial para alimentação animal (Baik e Ullrich, 2008). Atualmente, cerca de dois terços da cevada cultivada tem o mesmo fim, enquanto que um terço destina-se à maltagem e aproximadamente dois por cento para uso direto na alimentação humana (Sullivan, Arendt e Gallagher, 2012).

Este cereal é a espécie mais largamente adaptada a grandes altitudes e latitudes. É relativamente tolerante à seca, podendo crescer em países com um clima seco como o Afeganistão, Paquistão, áreas do Norte de África e Ásia Ocidental (Asare, 2011). Em climas extremos, como os Himalaias, Etiópia e Marrocos a cevada representa a principal fonte de alimento (Baik e Ullrich, 2008). A Europa tem a maior área de cultivo de cevada (cerca de 27,3 milhões de hectares), seguindo-se a Ásia (cerca de 12,2 milhões), a América (cerca de 6,6 milhões), África (4,9 milhões) e a Oceânia (4,5 milhões de hectares) (Asare, 2011). Na Europa, a Federação Russa lidera a produção de cevada com 12% do seu cultivo, seguida da Espanha (9%), Alemanha (8%) e França (7%) (Asare, 2011).

O grão de cevada é geneticamente bastante diverso e pode ser classificado segundo o número de fileiras de grãos numa espiga (sendo cultivadas duas formas: de duas fileiras ou seis fileiras, conforme figura 1) (Asare, 2011), por espécies de verão ou de inverno (Sullivan, Arendt e Gallagher, 2012), com casca ou “nua” (descascado) (Asare, 2011). Os dois tipos de cevada são muito semelhantes estruturalmente, com a única diferença na casca ou película externa (Asare, 2011). Na variedade “nua” a casca é perdida durante a colheita, tal como acontece no trigo, o que resulta numa semente apta a ser processada diretamente. No caso da cevada tradicional, a

casca fibrosa é mais resistente, pois está cimentada ao grão, devendo ser removida através de um processo de moagem (Newman e Newman, 2008). De acordo com a composição do grão pode-se classificar como normal (25-27% de amilose), ceroso (não detectável até menos de 5%) ou com elevado teor de amilose (superior a 35%), elevado teor de lisina e β -glucanos (Baik e Ullrich, 2008; Asare et al., 2011). As características físicas e químicas deste cereal diferem largamente com a variedade da cultura e com isso apresentam diferentes propriedades de processamento e qualidade no produto final (Baik e Ullrich, 2008). Dessa forma a cevada pode ser maltada ou para alimentação, consoante a sua composição química (Sullivan, Arendt e Gallagher, 2012).

A diversidade genética origina uma forte oportunidade de identificar qual a variedade de cevada mais apropriada para determinado fim. No entanto, os requisitos de qualidade da cevada para uso alimentar não têm sido bem estabelecidos, o que dificulta a seleção da matéria-prima mais apropriada para cada produto específico, por parte dos produtores de alimentos (Baik e Ullrich, 2008).

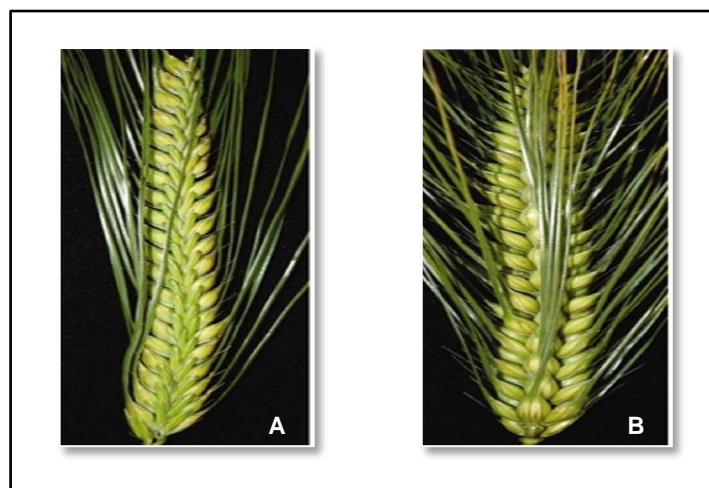


Figura 1-1 - Espiga de grão com duas fileiras (A) e seis fileiras (B). Fonte: Adaptado de Asare (2011).

1.3.2 Características físicas da cevada

O grão de cevada é constituído, essencialmente, pela casca (as espécies “nuas” não possuem este componente), aleurona, endosperma, escutelo e embrião (figura 2) (M&B, 2011). A casca reveste o grão e confere proteção contra danos físicos e a perda de água. Esta estrutura é constituída por sílica, celulose, lininha, pentosanas, açúcares, β -glucanos e compostos fenólicos, representando cerca de 10% da matéria seca (M&B, 2011). A camada de aleurona possui o mesmo valor que a casca em termos de matéria seca e é constituída por lípidos, proteínas, ácido fítico, pentosanas, fibra de celulose, vitaminas do complexo B, minerais e sacarose (M&B,

2011). É responsável pela síntese de enzimas ou sua ativação (M&B, 2011). O endosperma é caracterizado como uma reserva de amido (cujos grânulos são envolvidos por células compostas maioritariamente por β -glucanos), representando cerca de 80% do peso da matéria seca do grão (M&B, 2011). É constituído principalmente por hidratos de carbono (70-77%) e proteína (12-16%), juntamente com alguns resíduos de vitaminas e minerais (<2%) (Asare, 2011). O gérmen da planta, que inclui o embrião e o escutelo como camada protectora deste, representa cerca de 2,5% do peso do grão (Asare, 2011). O embrião é o regulador de crescimento da planta, contendo as suas hormonas de crescimento. É uma boa fonte de vitaminas do complexo B, possui proteínas de elevada qualidade biológica, lípidos (Asare, 2011), sacarose e rafinose (M&B).

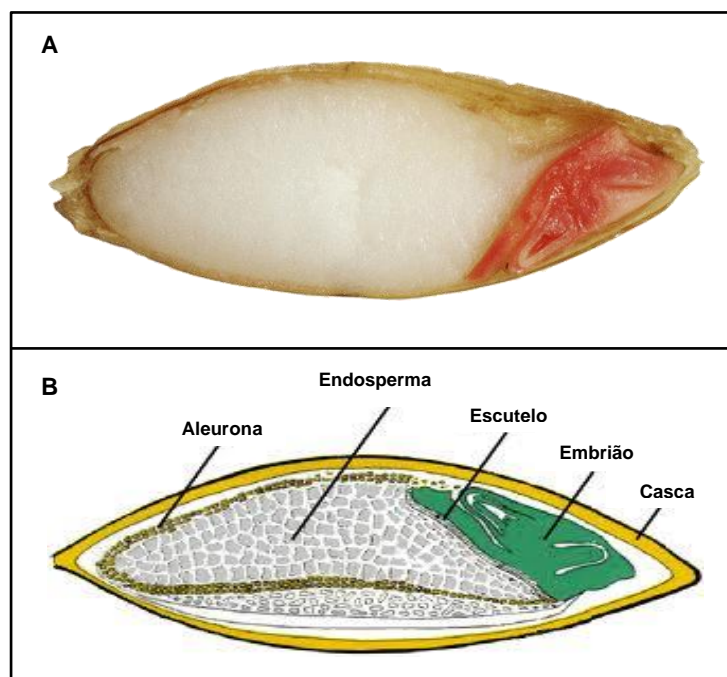


Figura 1-2 – Interior de um grão de cevada em corte longitudinal (A) e identificação dos seus constituintes (B). Fonte (A): M&B (2011); Fonte (B): adaptado de DMG (1999).

O cereal de cevada apresenta uma cor característica entre o caramelo e o “cru”. No entanto, podem ocorrer descolorações no grão devido a infecções fúngicas ou por metabolismos anormais durante o processo de maltagem (Baik e Ullrich, 2008).

A coloração da cevada pode variar entre amarelo claro a púrpura, violeta, azul e preto, essencialmente, devido ao nível de antocianinas no revestimento externo e camada de aleurona. Algumas espécies com maior coloração têm sido alvo de grande interesse por parte da indústria alimentar devido às suas propriedades antioxidantes (Baik e Ullrich, 2008). Contudo, a maioria da cevada produzida apresenta uma cor de grão amarelo claro, preferencial para a produção de

malte e alimentos em geral. Para a alimentação animal a cevada com alguma coloração pode alterar a cor dos ovos e gordura da carne (Baik e Ullrich, 2008).

A textura e cor do endosperma do grão de cevada são características determinantes da qualidade deste cereal e da sua utilização final (Baik e Ullrich, 2008). A dureza do grão é caracterizada pelo tempo de moagem, o tamanho das partículas resultantes da moagem e energia despendida no processo (Baik e Ullrich, 2008). Esta característica física é variável com os genótipos de cevada, sendo o grão ceroso e sem casca mais apropriado para a moagem (Baik e Ullrich, 2008).

1.3.3 Composição química da cevada

O cereal de cevada é uma boa fonte de energia, proteínas e micronutrientes na dieta humana e contém um largo número de substâncias biologicamente ativas, incluindo antioxidantes e fibra dietética (Baik e Ullrich, 2008). Quimicamente, o grão de cevada é composto por glícidos (cerca de 70% de amido), proteína (8-25%), fibra (11-34%), lípidos (2-4%) e minerais (1,5-3,5%), conforme se apresenta na tabela 1 (Baik e Ullrich, 2008; Sullivan, Arendt e Gallagher, 2012; Asare, 2011).

Proteínas

Como fonte de proteínas possui moderada qualidade biológica uma vez que, contém quantidade significativa de alguns aminoácidos essenciais, como, lisina, treonina e valina (Sullivan, Arendt e Gallagher, 2012). Estes aminoácidos não podem ser produzidos no organismo ou são produzidos em quantidades insuficientes para responder às necessidades corporais (Sullivan, Arendt e Gallagher, 2012). Visto manifestarem funções importantes no metabolismo, devem ser fornecidos através da dieta (Sullivan, Arendt e Gallagher, 2012). A lisina, por exemplo, está envolvida na produção de carnitina, a qual transporta ácidos gordos para o interior das células; e a arginina tem uma ação participativa no ciclo da ureia (Sullivan, Arendt e Gallagher, 2012).

A quantidade de proteína acumulada nas sementes de cevada pode variar entre 8-25%, dependendo do genótipo e das condições de crescimento da planta (Asare, 2011). Na cevada doméstica, a concentração média de proteína no grão é 1,1% superior nas espécies “nuas” em relação às espécies de casca (Asare, 2011).

Lípidos

A concentração de lípidos nos grãos de cevada pode variar, aproximadamente, entre 2% e 4%, sendo que a variedade sem casca tem um teor de lípidos 1% superior à variedade com casca (tabela 1) (Asare, 2011). A maior concentração de lípidos (aproximadamente 30%) encontra-se no gérmen da semente (Bleidere e Gaile, 2012), principalmente no embrião (Asare, 2011).

Os lípidos constituintes da cevada dividem-se em frações não polar e polar, sendo que a primeira contém triacilglicerol, monoacilglicerol, diacilglicerol e ácidos gordos livres, enquanto que a fração polar, também identificada como fração de lípidos de amido (Asare, 2011) é composta essencialmente por fosfolípidos (Sullivan, Arendt e Gallagher, 2012). Esta fração varia positivamente com a concentração de amilose. No entanto, tem um efeito negativo na taxa de hidrólise de amido e outras propriedades físicas dos grãos (Asare, 2011). O ácido linoleico (50-60%), palmítico (20-30%), oleico (10-15%) e ácido linolénico (4-9%) fazem parte dos lípidos não amiláceos encontrados no gérmen da cevada. Os lípidos de amido estão presentes dentro dos grânulos de amido localizados no endosperma do grão e a sua composição revela níveis elevados de ácido palmítico (46%) e reduzidas quantidades de ácido linoleico (34%) (Sullivan, Arendt e Gallagher, 2012).

Amido

O amido é o componente maioritário deste alimento, cuja fração abundante se centraliza no endosperma da semente (Sullivan, Arendt e Gallagher, 2012). Pequenas quantidades são distribuídas pelo aleurona, subaleurona e tecidos do gérmen (Sullivan, Arendt e Gallagher, 2012). Este constituinte pode estar presente no grão entre 45-65%, podendo atingir os 75% nas variedades sem casca (Asare, 2011).

O valor energético da cevada é dependente em maior parte pelo seu teor em amido (Bleidere e Gaile, 2012), uma vez que representa a maior fonte de reserva de energia nas plantas superiores, fornecendo cerca de 70% das calorias consumidas pelo Homem (Polesi, 2009).

Estruturalmente o amido é um homopolissacárido (possui apenas uma unidade monomérica, a glucose (Lidon e Silvestre, 2010) composto por cadeias de amilose e amilopectina (Denardin e Silva, 2009). A amilose é uma macromolécula essencialmente linear formada por ligações glucosídicas α -1,4 entre as unidades de D-glucose (Polesi, 2009). A amilopectina é uma macromolécula formada por unidades de D-glucose com ligações glucosídicas α -1,4 e α -1,6, criando uma estrutura ramificada e conferindo a mesma característica à molécula de amido (Polesi, 2009).

Embora a amilose represente, normalmente, cerca de 22-26% da constituição do amido e a amilopectina 74-78% (Asare, 2011), as proporções em que estas estruturas estão presentes na estrutura de amido diferem segundo fatores genéticos (Bleidere e Gaile, 2012) e grau de maturação da planta (Denardin e Silva, 2009).

Fibra

Fibra é um termo geral para caracterizar diversos tipos de hidratos de carbono provenientes das paredes celulares das plantas (Charalampopoulos et al., 2002). Cereais, como o trigo, a cevada,

a aveia, o arroz e o milho são fontes essenciais deste componente nos países ocidentais, contribuindo com cerca de 50% da ingestão de fibra dietética (FD) (Vitaglione, Napolitano e Fogliano, 2008). A definição mais recente de FD é dada pelo Comité da Associação Americana de Química dos Cereais (AAQC) como a parte edível da planta ou hidratos de carbono similares resistentes à hidrólise de enzimas no intestino delgado humano, mas com completa ou parcial fermentação no intestino grosso (Marlett, McBurney e Slavin, 2002; Vitaglione, Napolitano e Fogliano, 2008). Inclui polissacáridos, oligossacáridos, lignina e substâncias associadas à constituição das plantas (Marlett, McBurney e Slavin, 2002).

A concentração de FD nos cereais varia consoante a morfologia da semente e cultura, podendo na cevada atingir os 27% (Vitaglione, Napolitano e Fogliano, 2008). Nos grãos de cevada a concentração de fibra concentra-se de forma decrescente a partir da casca até ao endosperma. À excepção do arabinoxilano, principal componente da parede celular do endosperma (Havrlentová et al., 2011).

Beta-glucanos

Os β -glucanos são considerados como componentes maioritários do endosperma e aleurona (Lazaridou e Biliaderis, 2007). São também componentes importantes das fibras, constituídos por polissacáridos não ramificados, compostos por unidades de D-glucopiranosose através de ligações glucosídicas β -(1 \rightarrow 4) e β -(1 \rightarrow 3) (Havrlentová et al., 2011; Lazaridou e Biliaderis, 2007). O número de ligações β -(1 \rightarrow 4) e β -(1 \rightarrow 3) na molécula e o respetivo rácio influenciam algumas propriedades da molécula, como a sua solubilidade, a viscosidade e gelatinização, assim como a sua ação no trato gastrointestinal (Lazaridou e Biliaderis, 2007). A parede celular do endosperma nos grãos de cevada maduros contém moléculas de β -glucanos com aproximadamente 30% de ligações β -(1 \rightarrow 3) e 70% de ligações β -(1 \rightarrow 4) (Brennan e Cleary, 2005).

O conteúdo de β -glucanos na cevada difere segundo fatores genéticos e condições ambientais. Sendo que as cultivares de duas fileiras apresentam teores mais elevados de β -glucanos do que as cultivares de seis fileiras (Brennan e Cleary, 2005).

Normalmente a cevada contém entre 2-10% de β -glucanos, tendo no entanto sido identificado em algumas variedades valores de 20% (Sullivan, Arendt e Gallagher, 2012).

Minerais

O teor de minerais na semente de cevada varia entre 2-3% (Asare, 2011). Embora reduzida, a fração mineral é composta por fósforo, cálcio, potássio, magnésio (Bleidere e Gaile, 2012), ferro, cobre, zinco, selénio (NBFC, 2003), manganês, cobalto e sódio (Asare, 2011). A maior concentração de minerais foi detetada no embrião (Sullivan, Arendt e Gallagher, 2012) para garantir o processo fisiológico durante o período de germinação (Bleidere e Gaile, 2012), e

aleurona (Asare, 2011), tendo o endosperma a menor percentagem destas substâncias (Sullivan, Arendt e Gallagher, 2012).

Os minerais com efeitos nutricionais nos alimentos são divididos em macro e micro elementos, consoante a sua concentração. Dessa forma, os macromelementos incluem o cálcio, fósforo, potássio, magnésio e sódio. Os microelementos nutricionalmente importantes no grão de cevada incluem o cobre, ferro, manganês, zinco, selênio e cobalto (Asare, 2011). Entre os macromelementos o fósforo e o potássio são os mais abundantes em termos de disponibilidade e qualidade nutricional (Asare, 2011). Cerca de 70% do teor de fósforo encontra-se sob a forma de ácido fítico ou fitato (Bleidere e Gaile, 2012) que ao formar ligações com os minerais monovalentes como o cálcio, cobre e zinco torna-os indisponíveis (Asare, 2011). Em contrapartida, tem sido comprovado o benefício do ácido fítico na prevenção de doenças oncológicas (Bleidere e Gaile, 2012).

Tabela 1-1 - Composição química do grão de cevada.

Componente	Integral (%)	Descascado (%)	Referência
Amido	57 - 68	60,1 - 75,2	Asare (2011); Baik e Ullrich (2008)
Proteína	8,2 - 25	12,1 - 16,6	Asare (2011); Baik e Ullrich (2008)
Fibra total	11 - 34	11 - 20	Asare (2011); Baik e Ullrich (2008)
Fibra solúvel	3 - 20	3 - 10	Baik e Ullrich (2008)
Fibra insolúvel	12 - 22,1	11 - 14	Vitaglione, Napolitano e Fogliana (2008); Baik e Ullrich (2008)
Lípidos	1,9 - 3	2,7 - 3,9	Asare (2011); Baik e Ullrich (2008)
Minerais	1,5 - 3	2,3 - 3,5	Asare (2011); Baik e Ullrich (2008)

1.3.4 Cevada como ingrediente funcional

Os cereais integrais têm demonstrado diversos efeitos benéficos à saúde dos consumidores (Slavin, 2004). Nos países desenvolvidos, nomeadamente dos Estados Unidos da América (USA) e da Europa consomem este tipo de cereais submetidos a um processamento antes de serem consumidos. Normalmente são moídos, estruídos, cozidos ou fervidos e usados para fabrico de outros produtos (Slavin, 2004). No entanto a maioria dos estudos revelam que o processamento não resulta na perda das substâncias ativas dos cereais responsáveis pelos seus efeitos benéficos (Slavin, 2004). Os componentes mais importantes dos cereais integrais associados à promoção da saúde incluem a fibra dietética, vitaminas, minerais, tocotrienóis, compostos fenólicos, entre outros (Slavin, 2004). No entanto, o processo de refinação dos grãos origina uma perda significativa de fibra, vitaminas, compostos fenólicos, minerais e até de ácido

fítico, com a remoção do farelo. O que significa que os grãos refinados são mais concentrados em amido, desde que seja removida parte do farelo e do gérmen, com o processo de refinação (Slavin, 2004).

Os cereais integrais são responsáveis pelo maior efeito protector de determinadas doenças crónicas, em particular devido à fibra dietética e outros hidratos de carbono fermentescíveis (oligossacáridos e amido), mas também a outras substâncias, embora em menores quantidades, como antioxidantes, minerais, compostos fenólicos e fitoestrogéneos (Champ et al., 2003).

O teor de fibra tem participação direta na digestão dos alimentos, tornando a absorção de nutrientes mais prolongada, contribuindo para a sensação de saciedade (Marlett, McBurney e Slavin, 2002). Adicionalmente diminui os níveis de colesterol e glucose no sangue (Marlett, McBurney e Slavin, 2002; Slavin, 2004), assim como o conteúdo de insulina no organismo (Havrlentová et al., 2011). Este efeito deve-se sobretudo à presença de β -glucanos (Brennan e Cleary, 2005).

A fibra insolúvel não é absorvida ao longo da digestão mas auxilia o trânsito intestinal (Sullivan, Arendt e Gallagher, 2012), uma vez que aumenta o volume do bolo fecal (Marlett, McBurney e Slavin, 2002; Slavin, 2004).

Os compostos com capacidade antioxidante possuem especial interesse para a saúde. Os polifenóis apresentam para além de atividade antioxidante, propriedades anti-inflamatórias e anticancerígenas, com proteção do organismo a agentes oxidantes externos, mas também a possíveis oxidantes produzidos no organismo (Thondre, Ryan e Henry, 2011). Desempenham, também, um papel importante na prevenção de doenças cardiovasculares, redução de diabetes, doenças oncológicas e obesidade (Thondre, Ryan e Henry, 2011).

Dos compostos fenólicos são os ácidos fenólicos (hidroxibenzóicos e ácidos hidroxicinâmicos) que predominam na atividade antioxidante dos cereais, sendo o ácido ferúlico o composto mais abundante (Guo e Beta, 2013). O ácido fítico concentrado nos grãos de cereais é outro composto antioxidante, devido à sua ação quelante com diversos metais, principalmente com o ferro (Slavin, 2004). Além disso, suprime os radicais de oxigénio produzidos pela flora bacteriana, evitando danos oxidativos no epitélio intestinal e células vizinhas (Slavin, 2004).

Para além dos compostos fenólicos, os cereais possuem outras substâncias com contribuição participativa na atividade antioxidante do alimento, como a vitamina E, minerais, carotenóides e lignina (Thondre, Ryan e Henry, 2011).

A vitamina E e o selénio (Se) são compostos antioxidantes encontrados nos cereais, igualmente removidos no processo de refinação dos mesmos (Slavin, 2004). A vitamina E é um antioxidante intracelular que protege os ácidos gordos polinsaturados presentes nas membranas, dos danos oxidativos (Slavin, 2004). Adicionalmente, permite manter o Se no seu estado redutor (Slavin, 2004). O conteúdo de Se nos grãos é proporcional ao conteúdo do mineral no solo e

funciona como um cofactor para a glutathione peroxidase, enzima protetora contra a oxidação dos tecidos (Slavin, 2004).

Recentemente, a cevada tem recebido maior atenção como alimento funcional, devido ao seu potencial prébiótico (Sullivan, Arendt e Gallagher, 2012). O que significa que a ingestão de cevada promove a selectividade entre os microrganismos que habitam nos intestinos humanos, favorecendo aqueles que são benéficos para o bom funcionamento digestivo (Sullivan, Arendt e Gallagher, 2012). Como por exemplo, lactobacilos e bifidobactérias, demonstrados por testes *in vitro* (Hughes et al., 2008) e estudos *in vivo*, em ratos (Dongowski et al., 2002) (Sullivan, Arendt e Gallagher, 2012). Esse efeito prébiótico da cevada deve-se particularmente à presença de β -glucanos naturalmente presentes no alimento (Thondre, Ryan e Henry, 2011; Sullivan, Arendt e Gallagher, 2012).

Adicionalmente, os oligossacáridos também têm demonstrado de forma consistente, capacidade de alterar a flora intestinal (Slavin, 2004). Estudos em humanos (Gibson et al., 1995) verificaram que o consumo de oligossacáridos favorecia o crescimento de bifidobactérias e diminuía o desenvolvimento de *Escherichia coli*, *clostridium* e bacteróides (Slavin, 2004).

1.3.5 Processamento tecnológico da cevada

A produção de cevada destina-se a diversos usos tecnológicos, sendo os mais relevantes a indústria de malte para fabricação de cerveja e whisky, alimentação animal e humana (Asare, 2011). Nos últimos cinco a dez anos, a utilização de cevada para alimentação e maltagem tem vindo a aumentar devido ao maior conhecimento dos benefícios do seu consumo, mas também pelo seu preço de mercado cada vez mais favorável (Asare, 2011). No entanto, nos países desenvolvidos a utilização de cevada na alimentação humana, ainda, é bastante reduzida (menos de 5% do total da produção) (Grando e Macpherson, 2005).

As variedades de cevada apresentam características adequadas para produzir diferentes tipos de pão, massas, farinhas, flocos de cevada, alimentos para bebés, bases de sopa e cereais de pequeno-almoço (Grando e Macpherson, 2005). Os alimentos a partir de cevada podem incluir diferentes formas de matérias-primas tais como, o grão integral, grão triturado, farinha, grão torrado inteiro e farinha de grão torrado (Grando e Macpherson, 2005). A figura 3 apresenta o processamento da cevada com algumas matérias-primas resultantes para a indústria.

A textura e dureza do grão são propriedades importantes a considerar na obtenção de matéria-prima através do processo de moagem (Baik e Ullrich, 2008). Adicionalmente, a composição química do grão pode condicionar o mesmo processo de fabricação (Bleidere e Gaile, 2012). Elevados teores de lípidos facilitam o processo de trituração (Bleidere e Gaile, 2012).

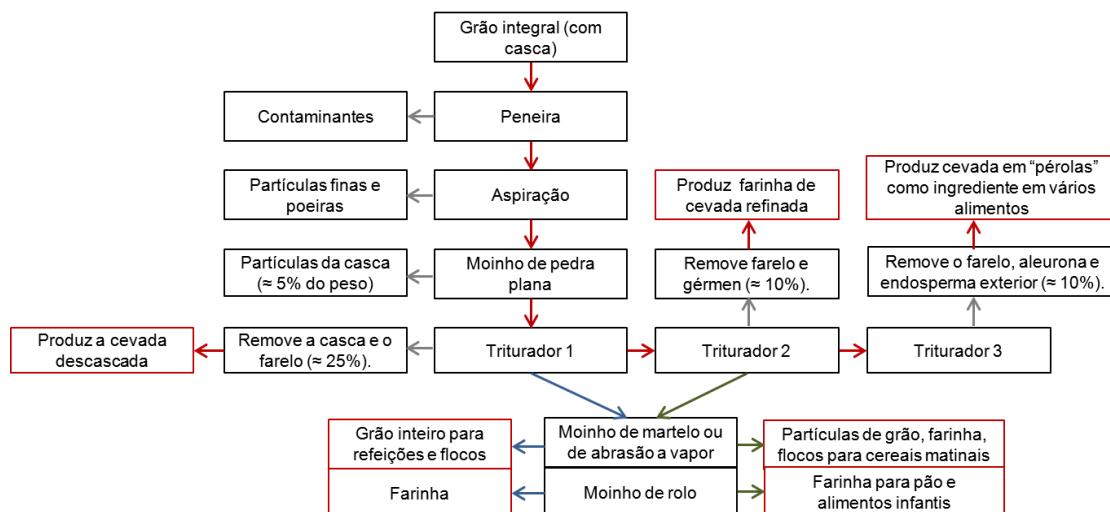


Figura 1-3 - Processamento da cevada para obtenção de diferentes matérias-primas e sua utilização.
Fonte: adaptado de (Newman e Newman, 2008).

Os grãos de cevada torrados conferem à cerveja cor e sabor característicos (Putranto e Chen, 2012). Nas últimas décadas têm sido usados para produção de farinha resultando num ingrediente para a alimentação, ou ainda como substitutos de café (Mridula et al., 2007; Putranto e Chen, 2012).

1.3.5.1 Utilização de cevada para produção de café

O café de cevada é uma bebida bastante comum na Europa, principalmente em Itália, onde é conhecido como “café d’orzo” (Grando e Macpherson, 2005). A utilização da cevada como substituto do café segue etapas semelhantes ao processamento de café, podendo ser criado um produto solúvel ou em grão moído. O grão torrado inteiro e a farinha de grão torrado resultam de um processo prévio de torra, em que o grão de cevada é submetido a aquecimento sob condições controladas para desenvolvimento de características organolépticas desejadas (Grando e Macpherson, 2005).

Após a torra dos grãos, estes são moídos e submetidos a um processo de extração e secagem para obter o café solúvel. Consoante a tecnologia utilizada e o objetivo pretendido para o produto final, a cevada solúvel pode resultar em pó ou em grânulos aglomerados, conforme se ilustra no diagrama de fluxo para obtenção de cevada solúvel usada na preparação de uma bebida substituta do café tradicional (figura 4).

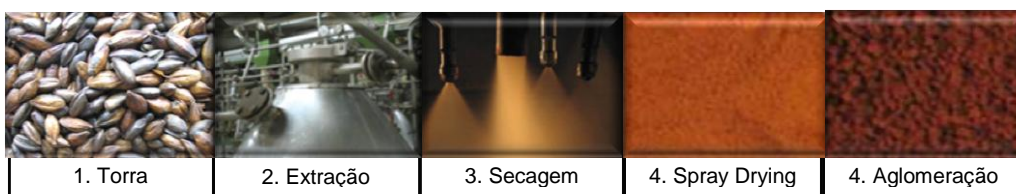


Figura 1-4 - Processo de obtenção de matérias-primas para café solúvel a partir de cevada. Fonte: adaptado de Grana Sp. zo.o. (2011)

Torra

Este processo requiere a utilização de elevadas temperaturas, que podem oscilar entre os 160°C e 240°C para obtenção das características pretendidas (Putranto e Chen, 2012). Para além da perda de água e compostos voláteis, a torra desenvolve sabor, cor e aroma particulares (Putranto e Chen, 2012). Ao reduzir o teor de humidade dos grãos, a torra prolonga o tempo de vida útil dos mesmos (Mridula et al., 2007). Contudo, a qualidade final dos produtos torrados depende de alguns fatores inerentes ao processo, como a composição do gás, a sua temperatura e velocidade de circulação, assim como o tempo de permanência do produto nos torradores (Putranto e Chen, 2012). Uma torra excessiva pode originar colorações e sabores indesejáveis aos produtos (Putranto e Chen, 2012).

Os leitos fluidizados e de bicos são frequentemente usados para torras à escala industrial, porque permitem uma torra a alta temperatura por um curto período de tempo (Putranto e Chen, 2012). Contudo os leitos de bicos apresentam maior controlo de operação, conferem uma maior uniformidade das características do produto, permitem uma melhor taxa de transferência de calor e são menos dispendiosos uma vez que requerem menos energia que os torradores de leito fluidizado (Putranto e Chen, 2012).

Alguns estudos (Behera et al., 2004) revelam uma maior preservação dos compostos de aroma, como os aldeídos, em amostras torradas por microondas, em comparação com a torra tradicional (Omwamba e Hu, 2010). A torra convencional dos grãos de cevada tem demonstrado efeitos protectores contra a deterioração oxidativa do óleo dos grãos (Kajimoto et al., 1999), assim com uma significativa atividade antioxidante (Duh et al., 2001). Omwamba e Hu (2010) avaliaram a atividade antioxidante em grãos de cevada torrados através de microondas e verificaram uma forte relação entre a atividade demonstrada e a potência utilizada. Durante o processamento térmico, os compostos fenólicos que não endógenos dos grãos de cereais podem ser formados como subprodutos da degradação térmica ou enzimática, ou ainda como produtos resultantes da polimerização de fenólicos simples (Omwamba e Hu, 2010). O tratamento térmico pode libertar compostos fenólicos pertencentes ao material da planta ou produzir produtos durante o processo

de escurecimento não enzimático (reações de *Maillard*¹), com elevada atividade antioxidante (Omwamba e Hu, 2010).

Extração

A extração é a etapa de maior influência na qualidade do produto final (Zuim, 2010) e consiste na imersão dos grãos torrados em água, utilizando percoladores de colunas por onde ocorre a passagem de água entre 150°C e 180°C (Zuim, 2010). Os extratores podem ainda estar acoplados a recuperadores de aromas (através de um sistema de destilação para posterior reincorporação no produto solúvel (Pyves, 1985).

O extrato de cevada é clarificado através de filtros ou centrifugação que permite a separação de partículas insolúveis (Ponzoni e Nutley, 1966). O extrato clarificado é posteriormente concentrado em evaporadores até pelo menos 50% (Pyves, 1985). Este processo requer a utilização de baixas temperaturas de evaporação para não degradar o extrato e tornar o processo menos dispendioso (Pyves, 1985). Após a etapa de evaporação, o concentrado pode seguir diferentes processos consoante o produto final pretendido (Patel, Patel e Suthar, 2009).

Spray drying

Para a obtenção de um pó solúvel (de partículas finas) usualmente recorre-se à secagem do produto em *spray drier* (Ponzoni e Nutley, 1966; Pyves, 1985). A tecnologia *spray drying* pode ser utilizada para secagem de suspensões, emulsões ou soluções, originando produtos de diferentes propriedades físicas como pós, grânulos ou aglomerados (Patel, Patel e Suthar, 2009). O produto previamente concentrado é injectado numa câmara de desidratação sob a forma de pequenas gotículas que entram em contacto com o ar quente que circula no interior da câmara, evaporando 95% da água (Patel, Patel e Suthar, 2009). A desidratação normalmente ocorre em duas fases de modo a obter partículas saturadas com maior eficiência de remoção de água (Patel, Patel e Suthar, 2009).

O processo de *spray drying* pode ocorrer em combinação com o processo de aglomeração, através de leitos fluidizados (Dhanalakshmi, Ghosal e Bhattacharya, 2011). As partículas formadas no *spray drier* entram no leito fluidizado, com um teor de humidade elevado e vão-se aglomerando através da agitação vigorosa do leito, originando dessa forma partículas de maiores dimensões (Dhanalakshmi, Ghosal e Bhattacharya, 2011). A aglomeração é assim definida como um processo que permite aumentar o tamanho das partículas de material originalmente pequeno, como os pós, criando estruturas porosas de maior manipulação que o material primário (Jinapong, Suphantharika e Jamnong, 2008).

¹ A reação de *Maillard* surge por intermédio de um açúcar redutor com um grupo amina, sobre aquecimento e preferencialmente em meio básico, originando compostos de aroma e cor, sendo dessa forma também conhecida por reação de escurecimento não enzimático (Belitz, Grosch e Schieberle, 2009).

A tecnologia *spray drying* permite um bom rendimento de produção (até 100 toneladas por hora) em contínuo, visto estar ajustada ao controlo automático (Patel, Patel e Suthar, 2009). Pode ser usada em produtos termolábeis e termosensíveis, embora apresente algumas limitações, como a versatilidade das partículas produzidas ou estruturas de morfologia complexa (Patel, Patel e Suthar, 2009). Por sua vez, a aglomeração torna os produtos mais instantâneos, isto é, que se dissolvem facilmente quando agitados num líquido (Dhanalakshmi, Ghosal e Bhattacharya, 2011).

1.3.5.2 Café de cevada em cápsulas

Segundo o conceito de preparação fácil de um café expresso, este consiste em doses pré-preparadas de 7 gramas de café moído, pressionado entre duas camadas de filtro num recipiente hermeticamente fechado (Russo et al., 2012). Neste sentido, surge a concepção do café em cápsula, que permite uma rápida e fácil preparação de um café expresso de qualidade, para consumo doméstico (NDC, 2013). A utilização de cápsulas para café permite ao consumidor preparar uma infusão, através de “unidoses”, utilizando os parâmetros temperatura e pressão de forma controlada (Gloess et al., 2013).

A comodidade na preparação de uma bebida de café oferecida pelo conceito das cápsulas levou a um crescimento bastante significativo deste produto (NDC, 2013).

A bebida de café expresso é preparada através da percolação dos grãos de café torrados e moídos, com pressão induzida e utilização de água quente (Andueza et al., 2002). A sua qualidade sensorial depende da seleção do grão de café, que inclui o processo de torra e grau de moagem, e de condições técnicas de percolação, que devem ser adaptadas ao tipo de *blend* (Albanese et al., 2009).

Andueza et al. (2003) avaliaram a influência da temperatura de extração na qualidade final do café expresso e concluíram que a 92°C a bebida apresentou os melhores resultados segundo os parâmetros de qualidade avaliados, perfil aromático e sabor.

As condições de pressão requeridas na extração de um café expresso foram avaliadas por Andueza et al. (2002), tendo sido descrito pelos autores que o aumento de pressão entre 7, 9 e 11atm, diminui o fluxo de extração de algumas propriedades do café, como sólidos totais, lípidos e ácidos clorogénicos. Por sua vez, a 11atm obteve-se um maior perfil aromático e percentagem de espuma, assim como uma maior persistência. Em contrapartida, a pressão elevada aumenta a acidez e sabor amargo do café (Andueza et al., 2002). Dessa forma, segundo as propriedades sensoriais avaliadas pelo painel, a pressão de 9atm obteve um melhor resultado na qualidade da bebida (Andueza et al., 2002).

Outro parâmetro importante a ter em conta na preparação de um café expresso é o seu tempo de extração em função da temperatura de água utilizada. Russo et al. (2012) avaliaram a qualidade

do café espresso segundo o tempo de extração e temperatura e verificaram que a melhor relação entre os dois parâmetros é fortemente afetada pela composição do *blend*. Um café 100% Arábica requer a uma temperatura de 99°C 25s de extração para um bebida de elevada qualidade, enquanto um café 100% Robusta requer 22s a uma temperatura de 94°C.

A extracção do café pelas máquinas de cápsulas DeltaQ ocorre com utilização de água a 95°C, com penetração na cápsula através do *easy-open* situado no centro da tampa (figura 5), a uma velocidade de 25m.s⁻¹ (Cravo), uma pressão de 19bar e um caudal de água de 140ml/min (Barbero, Cuadra e Domingo, 2011). A matéria-prima é colocada entre dois filtros para aumentar a pressão no interior da cápsula, permitir um período estacionário da água, através do filtro inferior e impedir a perda de matéria-prima durante a abertura da cápsula, pelo filtro superior (figura 5). Visto que os parâmetros de pressão e temperatura das máquinas de café DeltaQ estão definidos para café, a bebida de cevada será extraída segundo os mesmos parâmetros.

Adicionalmente, a preservação da essência aromática da matéria-prima é fundamental e conseguida através das cápsulas, inteiramente seladas (PT Gino Rossi, 2008).

O material das cápsulas, como qualquer embalagem, não deve ser contaminante do produto alimentar que acondiciona, e deve cumprir com os requisitos técnicos e mecânicos a que é submetida (Rossi, 2008). Dessa forma é produzida a partir de resina Valox por ser impermeável, possuir todas as características necessárias para produção de embalagens alimentares e ser resistente à pressão exercida pela máquina de extração de café.

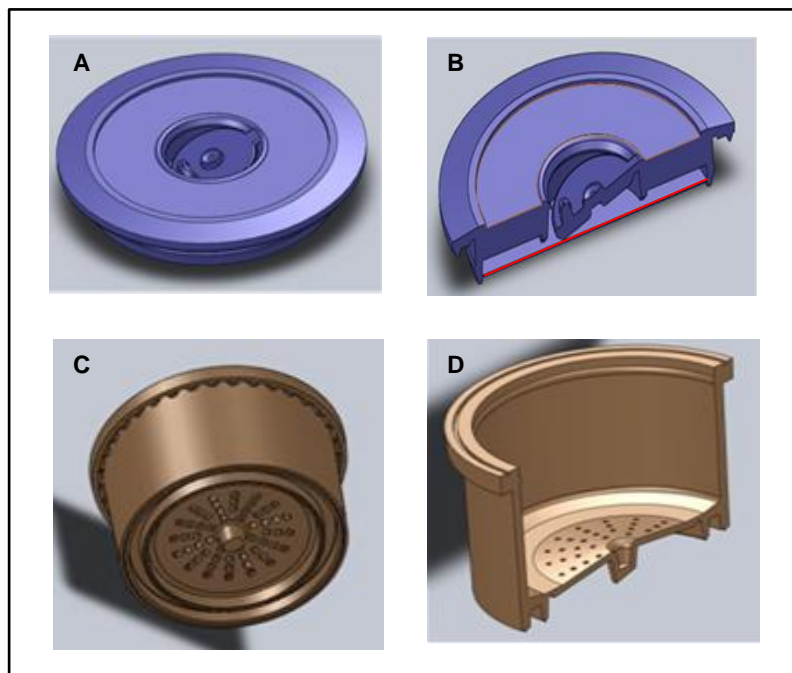


Figura 1-5 - Componentes constituintes de uma cápsula de café. Tampa com demonstração de abertura fácil, (A) e filtro superior (B). Recipiente para matéria-prima com demonstração de fundo perfurado (C) e filtro inferior (D). Fonte: Cravo.

A solubilidade da amostra condiciona a eficiência de extração do café de cevada, que pode ser conseguida com o aumento do tempo de permanência da água na cápsula, sendo este fator dependente da capacidade de retenção do filtro inferior.

Ao contrário da bebida de café espresso, o café de cevada tem como conceito o desenvolvimento de uma bebida longa, 180mL, onde deve, dessa forma, despende de um tempo de extração maior que o café espresso.

1.3.6 Análise sensorial

De acordo com o *Institute of Food Technologists* (IFT) (1981), a análise sensorial é descrita como uma “disciplina da Ciência usada para evocar, medir, analisar e interpretar as reações às características dos alimentos e materiais, tal como são percebidos pelos sentidos da visão, olfato, paladar, tato e audição” (Esteves, 2009). Refere-se de uma forma simplista, à anotação de sensações causadas no Homem, através de estímulos criados pelos alimentos (Esteves, 2009). O estímulo é causado por um agente químico, físico ou psíquico que desencadeia uma reação no sistema nervoso (Pedrão e Coró, 1999). A figura 6 representa o mecanismo de produção de estímulos sensoriais.

As informações produzidas chegam ao cérebro através dos centros olfativos e gustativos situados no nariz e na língua (Pedrão e Coró, 1999). O órgão olfativo reconhece e classifica as moléculas dos compostos voláteis detentores de odor e são solúveis na mucosa olfactiva. Os compostos de odor podem atingir as mucosas olfactivas através da via nasal direta e a via nasal indirecta ou retranasal (Teixeira, 2009).

O sabor ou paladar é a sensação tátil que deriva das sensações físicas percepcionadas na boca, durante e após, a ingestão de um alimento ou bebida (Teixeira, 2009). As sensações de sabor dependem da viscosidade, densidade, tensão superficial, e outras propriedades físicas e químicas do produto (Teixeira, 2009). Os sabores primários que são percecionados na língua caracterizam-se como o ácido, amargo, doce, salgado, adstringente e picante, e ainda as sensações de quente ou frio (Teixeira, 2009). Adicionalmente, a libertação contínua do sabor durante a respetiva sensação tátil tem significativa importância psicológica (Dijksterhuis e Piggott, 2001).

A análise sensorial, muitas vezes, é uma ferramenta virtuosa para o departamento de *Marketing* melhor compreender o mercado alvo e identificar as características do produto que o tornam valorizado pelo consumidor (Iannario et al., 2012). Assim como, permite direccionar esforços no desenvolvimento de um novo produto para a satisfação do cliente, melhorar a qualidade do produto, comparar as suas marcas com a concorrência e garantir um tempo de vida útil longo (Iannario et al., 2012).

A análise sensorial deve ainda ser distinguida das provas organoléticas, sendo que a primeira refere-se a um método científico, que “mede” com os sentidos, através de testes sensoriais com recurso a treino e/ou seleção de provadores, cujos resultados são analisados estatisticamente (Esteves, 2009). As provas organoléticas dizem respeito a procedimentos não científicos, com o objetivo de registar sensações, através de provadores treinados, para avaliação da qualidade ou provas hedonísticas, sem necessitar de avaliação precisa dos resultados (Esteves, 2009).

Do ponto de vista estatístico, os resultados da análise sensorial são obtidos através de uma amostragem de consumidores/provadores, cuja análise revelada resulta de complexas interações condicionadas por fatores inerentes ao indivíduo, variáveis ambientais, variáveis subjetivas e as características do produto (Iannario et al., 2012; Esteves, 2009).

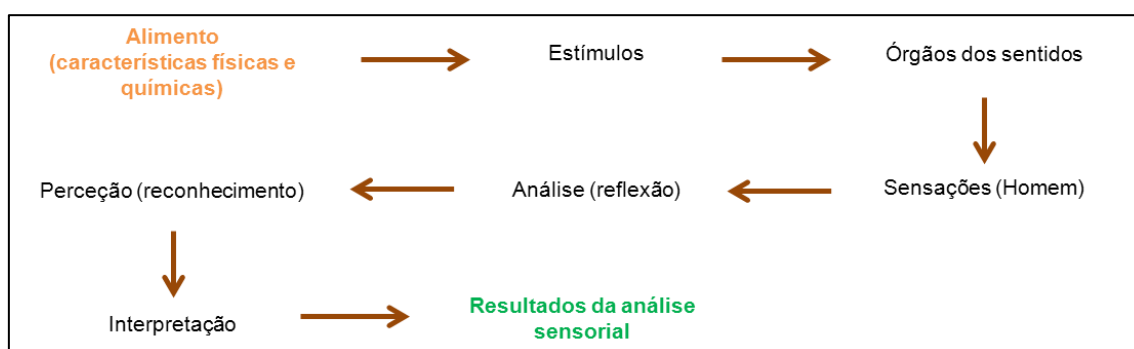


Figura 1-6 - Mecanismo de interpretação de uma análise sensorial. Adaptado de Esteves (2009) e Dijksterhuis e Piggott (2001).

1.3.7 Aspetos importantes na avaliação sensorial do café

O café espresso é caracteristicamente constituído por uma camada superficial de espuma no topo de uma emulsão de açúcares, ácidos, material proteico e cafeína (Andueza et al., 2007). Estas características físico-químicas são responsáveis pela sua peculiar propriedade sensorial, que inclui um corpo forte, um aroma intenso, um sabor equilibrado entre o amargo e o ácido, um paladar retroactivo agradável e isento de sabores desagradáveis (Andueza et al., 2007). A bebida de café apresenta um aroma característico e intenso, o que torna este alimento num dos mais complexos em termos de compostos voláteis (Majcher et al., 2013).

Inúmeros estudos sobre a multiplicidade de compostos voláteis no café, revelam a identificação de mais de 800 compostos, com uma grande variedade de grupos funcionais (Grosch, 1998; Oliveira et al., 2009a). Como principais classes desses compostos são identificadas as pirazinas, os furanos e as lactonas (Oliveira et al., 2009a).

A avaliação da atividade aromática de todos os voláteis identificados no café levou à conclusão de que o composto 2-furfuriltiol é o composto chave do aroma desta bebida, sugerindo ainda que, 4-hidroxi-2,5-dimetil-3(2H)-furanona, 2-etil-3-5-dimetilpirazina, 2-/3-metilbutanal,

diacetil, guaiacol, 4-vinilguajacol e outros voláteis são contribuintes importantes para o *flavour* do café (Grosch, 1998). A tabela 2 descreve os compostos de aroma identificados no café, por análise do extrato de aroma por diluição (AEAD) e identifica dos quais influenciam o sabor da bebida (Grosch, 1998).

A percepção do aroma é dada pela penetração dos compostos voláteis na cavidade nasal, através das narinas externas, que conferem o aroma ortonasal (Oliveira et al., 2009b). As moléculas de *flavor* atravessam a boca até a cavidade nasal através da nasofaringe e os pulmões, conferindo o aroma retronasal (Oliveira et al., 2009b). A sensação retronasal avaliada pelos consumidores é determinante na aceitação e preferência do café (Michishita et al., 2010).

Na avaliação das características sensoriais do aroma retronasal no café expresso (Michishita et al., 2010) os odores doce-caramelo, fumo/assado e ácido foram caracterizados como tendo maior influência na percepção do aroma do produto.

A quantidade e tipo de compostos voláteis do café são formados durante o processo de torra e depende do grau de torrefacção a que o mesmo é sujeito. Este processo tem também participação na alteração da cor do grão e perda de humidade (Oliveira et al., 2009b).

A bebida de café pode ainda resultar de matéria-prima solúvel, cuja qualidade é variável com o método de extração e solubilização (Oliveira et al., 2009a). Os métodos de secagem, *spray dry* e liofilização usados na produção de café instantâneo ou solúvel manifestam efeitos significativos no aroma e sabor característico do café (Oliveira et al., 2009a). No processo de liofilização, a concentração do extrato de café por contacto com o ar leva a perdas significativas de aroma (Oliveira et al., 2009a). Contudo, este é um método menos severo para obtenção de produtos solúveis, embora mais dispendioso, e com isso tem menor impacto nas qualidades sensoriais do produto, nomeadamente no aroma (Oliveira et al., 2009a).

A preservação dos compostos voláteis no café instantâneo liofilizado influencia a aceitação e escolha do produto, face ao café *spray dried*, que por ser um método mais severo tem maior perda de aromas (Oliveira et al., 2009a).

A sensação táctil do sabor no café é adquirida a partir do material líquido não dissolvido, como os óleos gordos e do material sólido não dissolvido que permanece em suspensão na bebida (Andueza et al., 2002). Os materiais em suspensão para além de conferirem textura, contribuem também para o *flavour*, através da formação de colóides (Andueza et al., 2002).

Adicionalmente, a cor do café também transmite sensações ao provador/consumidor que o podem levar a aceitar ou rejeitar o produto (Geel, Kinnear e Kock, 2005). A infusão pode apresentar-se nítida ou turva, devido às partículas insolúveis em suspensão (Navarini e Rivetti, 2010).

Tabela 1-2 - Compostos de aroma identificados no café, com possível influência sobre o seu sabor. Referência: adaptado de Grosch (1998).

COMPOSTO	AROMA CARACTERÍSTICO	INFLUÊNCIA SOBRE O
		SABOR
3-metil-2-buten-1-ol	Amina	X
2-metil-3-furanotiol	Carne cozida	X
2-furfuriltiol	Café torrado	X
2-/3-metilbutanoico	Ácido/ suor	
Metional	Batata cozida	X
Desconhecido	Frutado	
Trimetiltiazol	Torrado/ terra	
Trimetilpirazina	Torrado/ terra	
Desconhecido	Torrado, sulfuroso	
3-mercapto-3-metil-1-butanol	Caldo de carne	
3-mercapto-3-metilbutilformato	Gato/ torrado	x
3-isopropil-2-metoxipirazina	Terra	
5-etil-2,4-dimetiltiazol	Terra/ torrado	
2-etil-3,5-dimetilpirazina	Terra/ torrado	X
Fenilacetaldeído	Mel	
Desconhecido	Terra/ torrado	
Linalol	Florado	
2,3-dietil-5-metilpirazina	Terra/ torrado	X
2-hidroxi-3,4-dimetil-2-ciclopentan-1-ona	Caramelo	
Guaiacol	Fenólico/ queimado	X
4-Hidroxi-2,5-dimetil-3(2H)-furanona	Caramelo	X
(HDF)		
3-Isobutil-2-metoxipirazina	Terra	X
5-Metil-5(H)-ciclopenta[b]pirazina	Torrado/ doce	
(E)-2-Nonenal	Gordura	
2(5)-Etil-4-hidroxi-5(2)-metil-3(2H)-furanona	Caramelo	X
3-Hidroxi-4,5-dimetil-2(5H)-furanona	Especiarias	X
4-Etilguaiacol	Picante	X
p-Anisalaldeído	Doce/ menta	
5-Etil-3-hidroxi-4-metil-2(5H)-furanona	Especiarias	X
4-Vinilguaiacol	Picante	X
(E)-b-Damascenona	Mel/ frutado	X
Desconhecido	Amina	
Bis(2-metil-3-furyl)disulfido	Carne/ doce	
Baunilha	Baunilha	X

1.3.8 Avaliação sensorial do café de cevada

A bebida de cevada como um substituto de café deve apresentar características sensoriais semelhantes às do café tradicional. No entanto, as diferenças na composição química entre os dois produtos traduzem-se em diferenças sensoriais das bebidas.

A escolha do consumidor em relação a um produto, em função de outro, é feita por fatores intrínsecos, inerentes à qualidade sensorial do produto, como a aparência, gosto e cheiro (Geel, Kinneer e Koch, 2005).

A aparência é um dos mais importantes atributos para a qualidade sensorial de um produto alimentar (Pathare, Opara e Al-Said, 2013).

Na bebida de café a aparência reflecte-se essencialmente sobre a sua cor e a formação de espuma (creme) existente no topo da bebida e a respetiva persistência (Pierce et al., 2010). Além disso, o creme permite “prender” os aromas volatilizados e com isso melhorar a qualidade da bebida (Pierce et al., 2010). Esta importante característica é influenciada pela sua composição em polissacáridos, proteínas e meloidinas (Pierce et al., 2010).

A formação de espumas e emulsões nos produtos alimentares representa um processo dinâmico entre as propriedades ativas da superfície e soluções proteicas (Pierce et al., 2010).

Sendo a proteína um dos componentes minoritários na cevada, quando comparada com os hidratos de carbono (tabela 1), a capacidade espumante da bebida de cevada poderá ser limitada, uma vez que esta propriedade é influenciada essencialmente pela fonte proteica, condições de processamento e concentração de proteína (Yalcin, Çelik e Ibanğlu, 2008). Adicionalmente, a estabilidade da espuma pode ainda ser condicionada pela presença de lípidos, que contribui também para o sabor da bebida (Bravi et al., 2012). A quantidade de lípidos presentes no café de cevada dependerá do teor de lípidos presentes na matéria-prima (Bravi et al., 2012). Contudo, a maioria dos cereais contém um ter de lípidos e ácidos gordos reduzido (Seefeldt et al., 2011; Cozzolino, Roumeliotis e Eglinton, 2013).

Os compostos de aroma e cor da cevada são formados durante a torra dos grãos, tal como acontece na bebida tradicional de café (Bianchi et al., 2007; Collins, 1971; Majcher et al., 2013). Os constituintes voláteis da cevada são maioritariamente álcoois, seguidos por aldeídos, cetonas e furanos (Cramer et al., 2005) que resultam de diferentes reações químicas, incluindo reações de *Maillard* (Bianchi et al., 2007; Majcher et al., 2013). Embora o processo de torra seja similar no café e na cevada, a composição química deste último implica diferentes condições técnicas do processo (Oliveira et al., 2009b). Para que os grãos de cevada atinjam a mesma coloração que o café, o método de torra deve ser muito mais severo na cevada em relação ao café (Oliveira et al., 2009b).

De uma maneira geral, os cereais são caracterizados por possuírem baixa concentração de voláteis (Cramer et al., 2005). A cevada apresenta uma variação de compostos voláteis entre

1178 e 3339 µg/L nas variedades integrais e entre 953 e 1211 µg/L nas variedades sem casca, o que sugere que parte dos compostos de aroma, deste cereal, provém da casca (Cramer et al., 2005).

A maioria dos compostos identificados na cevada torrada estão igualmente presentes no grão de café torrado, à exceção do 3-metil-2-buten-1-ol e 3-isobutil-2-metoxipirazina, os quais são característicos apenas do café (Majcher et al., 2013).

A tabela 3 apresenta os compostos de aroma detetados em diferentes produtos à base de cevada e permite analisar que a grande variedade entre os aromas de cada produto é consequência do processamento a que o grão de cevada foi submetido (torra e extração).

Tabela 1-3 - Compostos voláteis de cevada moída, cevada torrada e bebida de cevada torrada como substituto de café.

Farinha de cevada^a	Cevada torrada^b	Bebida de cevada torrada^c
3-metil-butanal	Furano	3-metil-butanal
2-metil-butanal	2-metilbutanal	Metanotiol
2-pentanona	2-metoximetil-furano	2-3-butanadiona
Pentanal	Estireno	2,3-pentanadiona
4-metil-2-pentanona	2-metiltetrahydro-3-furanona	Ácido 2(3)-metil butanóico
1-pentanol	1-pentanol	2-metil-3-furanotiol
3-hexanona	Metilpirazina	3-(metiltiol)-propanal
2-hexanona	Butilbenzeno	1,5-octadien-3-ona
Hexanal	Hexanal	Hexanal
2-hexenal	2-hexilfurano	Dimetil tiosulfito
1-hexanol	2,5-dimetilpirazina	2-acetil-1-pirolina
3-heptanona	Hexilbenzeno	3-mercaptop-3-metilbutil formato
2-heptanona	5-metilfurfural	4-hidroxi-2,5-dimetil-3-(2H)-furanona
Heptanal	Heptanal	(z)-4-heptenal
Benzaldeído	Benzaldeído	Fenilacetaldeído
2-heptenal	3-etil-2,5-dimetilpirazina	2-metoxifenol
6-metil-5-hepten-2-ona	2-furfurilfurona	2-furfuriltiol
6-metil-2-heptanona	6-metil-2-heptanona	2-etil-3,5-pirazina
1-octen-3-ol	1-octen-3-ol	1-octen-3-ona
2-octanona	5-metil-2-furfurilfurano	2-teniltiol
2-pentilfurano	2-pentilfurano	3(sec-butil)-2-metoxipirazina
3-octen-2-ona	Octilbenzeno	(E,Z)-2,6-nonadienal
2-octenal	Octanal	2-metil-[3-metilditio]-furano
Nonanal	Nonanal	3-isobutil-2-metoxipirazina
2-nonenal	2-acetilfurano	2-metoxi-4-vinil fenol
Decanal	Decanal	(E,E)-2,4-decadial
	2-metilfurano	β-damascenona
	(...)	

(^a) Microextração de Fase Sólida e Cromatografia Gasosa acoplada a Detetor de Ionização em Chama (SPME GC FID) (Cramer et al., 2005); (^b) Cromatografia Gasosa Bidimensional Abrangente acoplada a Espectrometria de Massa por "Tempo de Voo" (GCxGC TOF-MS) (Bianchi et al., 2007) e (^c) Análise de Extração de Aroma por Diluição (AEDA) (Majcher et al., 2013).

1.3.9 Aceitação do consumidor

A avaliação do consumidor perante um produto é primeiramente influenciada por fatores extrínsecos, que dizem respeito à envolvente comercial do produto, tais como a marca, o preço, a embalagem, entre outros (Geel, Kinnear e Koch, 2005). Nesta situação a escolha é feita

segundo parâmetros psicológicos (Guerrero et al., 2000). Quando o consumidor tem conhecimento acerca do produto, associa a qualidade do mesmo à sua marca e a partir daí passa a fazer a escolha dentro de uma mesma gama de produtos, através da marca (Guerrero et al., 2000). Este processo é denominado «posicionamento de mercado», em que o consumidor avalia o produto/marca com base na sua satisfação (Brody, 2009). Quando o consumidor experimenta o produto pela primeira vez, o seu principal fator de avaliação é a sua análise sensorial (Guerrero et al., 2000).

No desenvolvimento de novos produtos, dentro da indústria alimentar, a avaliação do consumidor é um fator importante a considerar, sendo muitas vezes, tido como um dos passos do planeamento a seguir (van Kleef, van Trijp e Luning, 2005). A estimativa da aceitação do consumidor perante um produto em desenvolvimento, permite aperfeiçoar algumas características do produto, perceber qual a expectativa do consumidor perante aquele produto, prever a sua aceitação no mercado e evitar insucessos para a indústria, que se traduzem em sérios prejuízos (van Kleef, van Trijp e Luning, 2005). Dessa forma, as indústrias recorrem muitas vezes a estudos de mercado, com realização de testes *focus group* (Guerrero et al., 2000) com o objetivo de criar um grupo de discussão interativa, através de potenciais consumidores em análise e um moderador que direcciona a discussão de modo a identificar os aspetos mais importantes da escolha do consumidor ou até mesmo um novo conceito para o produto (van Kleef, van Trijp e Luning, 2005).

Além disso, são feitos testes preliminares com recurso a painéis de provadores treinados. No entanto, é importante referir que os painéis de provadores treinados podem não apresentar um resultado coincidente com o teste de consumidor, visto que o painel treinado avalia o produto segundo estímulos controlados e foi criado com o intuito de representar “máquinas humanas” (Meiselman, 2013). Isto é, o painel treinado deve incluir a previsibilidade e repetibilidade de um instrumento analítico, ao contrário dos consumidores que fazem uma avaliação de forma subjetiva e hedonística (Meiselman, 2013).

Atualmente os alimentos funcionais têm manifestado um crescente interesse por parte da indústria, dominando as tendências de mercado (Verbeke, 2005). Contudo, o ambiente competitivo deste segmento revela falta de conhecimento sobre a perspectiva do consumidor em relação a este tipo de produtos (Verbeke, 2005). Devido à forte relevância do tema para a indústria alimentar, é de extrema importância a aplicação de estudos de consumidor nesta área (Verbeke, 2005). A aceitação do consumidor face aos produtos funcionais é dependente e variável de uma série de fatores, tais como, sociodemográficos, psicológicos, comportamentais, e até mesmo, do conhecimento acerca do conceito (Urala e Lähteenmäki, 2004; Verbeke, 2005).

1.3.10 Enquadramento legal

A designação de sucedâneo de café é dada a “um produto vegetal ou de origem vegetal, torrado, que depois de moído serve para preparar uma infusão inócua, isenta de alcalóides e estupefacientes, destinada a substituir o café como bebida.”, segundo o Decreto-Lei Nº 53/89, de 22 de Fevereiro que estabelece as características, formas de acondicionamento e regras de rotulagem a que devem obedecer o café e seus sucedâneos, bem como os respetivos extratos. Dos produtos legais estabelecidos para sucedâneos de café, encontram-se a raiz das variedades cultivadas de chicória, as sementes de cevada e centeio e grão preto (Decreto-Lei Nº 53/89, 22 de Fevereiro). No caso das sementes de cevada e centeio estas devem apresentar-se limpas, secas e em bom estado de conservação. Devem ainda apresentar um máximo de 3% de casca solta (Decreto-Lei Nº 53/89, 22 de Fevereiro).

A comercialização de café e dos seus sucedâneos pode ser feita segundo diversas características, devendo no caso da «cevada solúvel» ou «cevada instantânea» apresentar-se em pó, grânulos ou qualquer outra forma sólida, a partir do extrato de cevada, com um teor máximo de 95% (m/m) de matéria seca proveniente da cevada e eventuais substâncias estranhas num teor máximo de 1% (Decreto-Lei Nº 53/89, 22 de Fevereiro).

Adicionalmente, a rotulagem dos géneros alimentícios tem forte influência na escolha do consumidor para uma alimentação adequada às suas necessidades (Decreto-Lei nº 54/2010, 28 de Maio). Através de uma rotulagem completa e perceptível, que inclua o teor dos nutrientes do género alimentício, o consumidor adquire uma importante fonte de informação nutricional (Decreto-Lei Nº 54/2010, 28 de Maio). As escolhas alimentares e o comportamento alimentar são cada vez mais uma preocupação do público em geral, devido à crescente incidência de doenças não transmissíveis relacionadas com o estilo de vida, onde os hábitos alimentares têm forte participação (Lähteenmäki, 2013).

Para o setor alimentar, o aumento da preocupação pela saúde por parte dos consumidores, apresenta novas oportunidades, mas também novos desafios (Lähteenmäki, 2013). Os produtores de alimentos prestam assim um papel importante em oferecer diversas opções de escolha, no momento de compra dos produtos, através da sua informação nutricional e alegações de saúde (Lähteenmäki, 2013). Além disso, existe também o interesse por parte dos produtores de alimentos em poder associar o aspeto “saudável” do alimento à sua qualidade (Lähteenmäki, 2013). Entende-se por alegação nutricional “qualquer representação e qualquer mensagem publicitária que enuncie, sugira ou implique que um género alimentício possui propriedades nutricionais especiais em razão da energia ou valor calórico que fornece, que fornece um valor reduzido ou aumentado, ou que não fornece, e/ou dos nutrientes que contém, que contém em proporção reduzida, ou aumentada ou que não contém, não constituindo uma

alegação nutricional a indicação qualitativa ou quantitativa de um nutriente quando consista numa exigência constante da legislação específica.” (Decreto-Lei Nº 54/2010, 28 de Maio).

As alegações de saúde são reguladas pelas autoridades competentes de cada país, as quais variam entre os países da União Europeia (Urala e Lähteenmäki, 2004). Em Portugal, o Gabinete de Planeamento e Políticas (GPP) é a entidade reguladora das medidas de política relativa à qualidade e segurança alimentar (Decreto-Lei Nº 54/2010, 28 de Maio).

As informações que constituem a rotulagem dividem-se em dois grupos. O grupo 1 que inclui informação generalizada, mencionando o valor energético, a quantidade de proteínas, hidratos de carbono e lípidos. O grupo 2 possui informação mais completa, onde inclui o valor energético, quantidade de proteína, hidratos de carbono, açúcares, lípidos, ácidos gordos saturados, fibra e sódio (Decreto-Lei Nº 54/2010, 28 de Maio).

A empresa NovaDelta Cafés – Comércio e Indústria de Cafés, S.A. possui como política interna a apresentação nutricional dos seus produtos alimentares, segundo o grupo 2.

2 Materiais e métodos

Para o desenvolvimento de um café de cevada com um ótimo rendimento e eficiência de extração, assim como de elevado valor organoléptico, foram solicitadas 8 amostras, com características tecnológicas distintas, a diferentes fornecedores, sendo 4 do tipo *spray dried* e as restantes aglomeradas. O objetivo consistiu na avaliação da amostra com melhores características sensoriais e adicionalmente o seu comportamento em cápsula. Este último parâmetro condiciona a eficiência de extração do café, assim como o tipo de filtro a utilizar na cápsula. Assim, para avaliar qual a melhor condição para a conceção do produto em termos tecnológicos foram estudadas 6 variáveis de filtro inferior, (52g/m², 60g/m², 80g/m², 90g/m², 100g/m² e ausência de filtro). Paralelamente, optou-se por usar sempre o filtro de 40g/m², habitualmente usado para o café, como filtro superior.

O enchimento das cápsulas foi realizado na fábrica Novadelta Cafés, em Campo Maior.

2.1 Análise de extração

A análise de extração das bebidas foi realizada em duas fases:

- Fase I: teve por objetivo avaliar em simultâneo, previamente, o comportamento de filtro e quais as amostras com melhor *performance* para um produto solúvel em cápsula.
- Fase II: teve como objetivo avaliar estatisticamente qual a melhor variável de extração e matéria-prima e também o comportamento dos filtros em processo industrial;

Na fase I, as cápsulas foram enchidas com 3g de cada amostra, pesadas numa balança analítica (METTLER TOLEDO AB204-s), para cada variável de filtro. As cápsulas foram fechadas e seladas com película protetora na máquina Gino Rossi (CP100 R/M). A extração dos cafés foi realizada na máquina *Qosy* da marca Delta Q. Avaliou-se a interação das amostras com cada variável de filtro, segundo parâmetros eficiência de extração, rendimento do produto em bebida, formação de espuma e respetiva persistência.

O parâmetro de extração foi avaliado segundo a capacidade de extrair a bebida para o copo, pelo circuito de extração da máquina de café, de acordo com a escala numérica apresentada na tabela 4. O rendimento da bebida foi medido através da capacidade de extração do produto, em volume, segundo a tabela 5. A análise da capacidade de formação de espuma foi feita segundo a sua cremosidade ou formação de bolhas de ar, cor esbranquiçada ou acastanhada e em função do seu volume. Sendo um parâmetro visual, atribuiu-se uma escala numérica para respetiva avaliação, de acordo com a tabela 6.

Na fase II as cápsulas foram enchidas com 2,5g para as amostras 1, 3 e 4 e 2,0g, para a amostra 2, devido a um menor peso específico (g/L), para cada variável de filtro. As amostras foram pesadas numa balança analítica (METTLER TOLEDO AB204-s). As cápsulas foram seladas na máquina Gino Rossi (CP100 R/M). A avaliação de extração foi feita em triplicado, segundo os parâmetros de eficiência e rendimento, usando para tal a mesma escala utilizada na fase I (tabela 4 e 5, respetivamente).

Tabela 2-1 - Escala numérica para avaliação quantitativa do parâmetro de extração.

Sem extração	0
Extremamente difícil	1
Muito difícil	2
Difícil	3
Moderadamente difícil	4
Relativamente fácil	5
Fácil	6
Muito fácil	7
Excelente	8
Perfeita	9

Tabela 2-2 - Escala numérica para avaliação quantitativa do parâmetro rendimento.

0mL	10mL	20mL	30mL	40mL	50mL	60mL	70mL	80mL	90mL
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Tabela 2-3 - Escala numérica para avaliação visual da formação de espuma na bebida.

Sem espuma	0
Bolhas de ar, cor clara volume < 5mL	1
Bolhas de ar, cor clara, volume > 5mL	2
Bolhas de ar, cor avelã, volume até 10mL	3
Bolhas de ar e cremosa, cor clara, volume < 5mL	4
Bolhas de ar e cremosa, cor clara, volume > 5mL	5
Bolhas de ar e cremosa, cor avelã, volume até 10mL	6
Cremosa, clara, volume < 5mL	7
Cremosa, cor clara volume > 5mL	8
Cremosa, cor avelã, volume até 10mL	9

A persistência da espuma foi determinada pela criação de espaços vazios entre o creme, a sua alteração ou diminuição de volume, após agitação manual, de acordo com a escala ilustrada na figura 7.



Figura 2-1 - Escala de avaliação para a persistência da espuma, após agitação.

2.2 Análise química

A análise química foi efetuada à bebida das quatro amostras (1, 2, 3 e 4) selecionadas na fase I, nos volumes e variáveis de filtro selecionados na fase II. Teve por objetivo a avaliação complementar da análise de extração e avaliação nutricional das bebidas. As variáveis de filtro foram codificadas com F1 para filtro de 90g/m² e F2 para a variável sem filtro. As variáveis de volume foram codificadas com V1 (70mL) e V2 (110mL) e as amostras 1, 2, 3 e 4 foram codificadas com A, B, C e D, respetivamente.

2.2.1 Formação de creme e persistência

A percentagem de espuma foi determinada pelo rácio entre o volume de espuma e o volume da bebida, medidos imediatamente após a extração. A persistência da espuma foi determinada pelo tempo necessário para a dissipação completa da espuma, de acordo com Albanese et al. (2009). As determinações foram efetuadas em duplicado para cada amostra.

2.2.2 Determinação da cor

A determinação da cor foi feita através do sistema CIELab, pelas coordenadas cromáticas L*, a* e b*, cujas dimensões no espaço correspondem às cores visíveis ao olho humano e separam a luz ambiente ou luminosidade (L*) no eixo vertical e a cromaticidade no eixo horizontal xy, conforme figura 8. Contudo, a representação da cromaticidade pode ser melhorada e avaliada através das coordenadas polares, croma (C*) e ângulo de cor (H°) que correspondem à saturação da cor e tonalidade, respetivamente.

Desta forma pode-se considerar as coordenadas L*, a* e b* para exprimir a cor através de L*, C* e H° considerando L*- luminosidade, C*- “chroma” ou saturação e H°- tom ou tonalidade (ângulo de tinta ou “hue angle”), sendo um indicador da variação da cor no plano formado pelas coordenadas a* e b* (Ribeiro, 2012; Bicho, 2004).

A determinação destas grandezas obedece às seguintes equações (Ribeiro, 2010; Bicho, 2004):

- *Chroma* – C recorrendo à equação $C^*=(a^2+b^2)^{1/2}$.
- *H°* recorrendo às seguintes equações:
 - $H^\circ = (\arctang(b/a)/6,2832) \times 360$ (se $a > 0$ e $b \geq 0$)
 - $H^\circ = 180 + (\arctang(b/a)/6,2832) \times 360$ (se $a < 0$ e $b \geq 0$ ou $b < 0$)
 - $H^\circ = 360 + (\arctang(b/a)/6,2832) \times 360$ (se $a > 0$ e $b < 0$).

As diferenças de cor entre duas amostras, ΔE , podem ser dadas também através da avaliação da distância euclidiana entre dois pontos no CIE $L^* a^* b^*$ de espaço de cores. Este parâmetro é chamado de diferença de cor e pode ser calculado a partir da seguinte equação (Ribeiro, 2010):

$$\Delta E = \sqrt{(L_1 - L_2)^2 + (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2}$$

Onde os subscritos 1 e 2 correspondem a diferentes pontos no espaço de cor (Ribeiro, 2010).

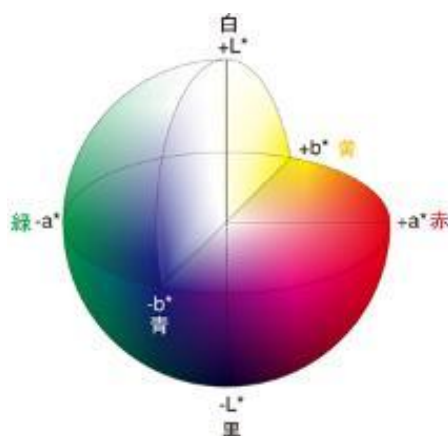


Figura 2-2 - Representação de um modelo de espaço colorimétrico CIELab, em que L^* representa a escala de cor entre o preto (0) e o branco (100), a^* varia entre o verde (-) e o vermelho (+), e b^* varia entre o azul (-) e o amarelo(+). Fonte: Ribeiro, 2010.

A cor da bebida foi determinada utilizando o colorímetro CR- 400 Konica Minolta, colocando a amostra numa caixa de *Petri* com vidro anti-reflexo até completo preenchimento da mesma, evitando a criação de bolhas de ar entre a tampa da caixa de *Petri* e a amostra. A leitura foi efetuada para o luminante D65, em duplicado para cada amostra, diferindo os pontos (3) de leitura entre cada ensaio. O equipamento foi previamente calibrado com leitura num azulejo branco anti reflexo, com as coordenadas $Y=85,50$; $x=0,3185$; $y=0,3356$.

2.2.3 Determinação de pH

As bebidas foram arrefecidas à temperatura ambiente e foi medido o pH num potenciómetro (Meter Metrohm modelo 744), sob agitação numa placa (ARE Heating Magnetic Stirrer Velp

Scientífica), com recurso a um magnete, segundo Andueza et al. (2002), com algumas adaptações. A medição de pH foi feita em duplicado, com o equipamento previamente calibrado com as soluções padrão pH 7,0 e 4,0.

2.2.4 Índice de refração

Após arrefecimento das bebidas à temperatura ambiente, foi determinado o índice de refração de cada amostra homogeneizada, em duplicado, usando um refractómetro manual (ATAGO ATC-1E) com intervalo de leitura entre 0% e 32%.

2.2.5 Sólidos totais e sólidos solúveis

Os sólidos totais foram determinados por secagem em estufa (Heraeus UT5042) de 10mL da bebida a $103\pm 2^{\circ}\text{C}$, até peso constante, adaptado de Albanese et al. (2009). Os sólidos solúveis resultaram de uma filtração prévia das amostras, em filtro Wattman nº1 de 9cm e secos em estufa a $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ até peso constante, segundo Albanese et al. (2009), com algumas adaptações. As determinações foram efetuadas em duplicado.

2.2.6 Determinação de açúcares

A determinação dos açúcares nas bebidas foi efectuada por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), de acordo com Ribeiro (2010), com algumas adaptações.

A análise foi efectuada em cromatógrafo (Beckman Coulter), equipado com um detector de índice de refração (*Refractive Index Detector*, modelo 2412), com sistema de solvente (bomba 125 NM), coluna SugarPak I (Waters) em forno a 90°C e *software* Karat 32, versão 8.0 para aquisição e tratamento de dados. Utilizou-se como solvente, a solução aquosa de EDTA de cálcio a 50 ppm, com fluxo de 0,5mL/min. As amostras foram colocadas no injector, com *loop* de 20 μL analisadas em duplicado.

Para a identificação dos compostos foi realizada uma análise de padrões de glucose, frutose, sacarose, maltose, galactose, rafinose e lactose (Sigma-Aldrich). A identificação e quantificação dos compostos foram realizadas com recurso à curva de calibração e tempo de retenção dos padrões de concentração conhecida, e a quantificação das áreas dos picos dos cromatogramas.

2.2.7 Determinação de proteínas

O teor de proteínas foi determinado pelo método do Biureto, segundo IFT e Dorey e Draves (1998), com algumas adaptações. Para a preparação do reagente de Biureto, foram dissolvidos 6g de tartarato de sódio 1M em 500mL, em agitação a quente. De seguida, adicionou-se aos poucos 1,5g de sulfato de cobre penta-hidratado, evitando a sua precipitação. Em paralelo, adicionou-se, também aos poucos, 300mL de hidróxido de sódio 10%. Completou-se o volume de 1L com água destilada. Num tubo de ensaio colocou-se 2mL de reagente de Biureto e 0,5mL

de amostra. Os tubos foram agitados no vortex e incubados à temperatura ambiente, durante 30 min. Após esse período fez-se a leitura das absorvências a 500nm, em duplicado para cada amostra, num espectrofotômetro UV-VIS, Shimadzu UV-1800. A determinação de proteína nas bebidas foi feita a partir da curva de calibração da solução padrão de BSA, representada na tabela 7.

Tabela 2-4 – Equação da reta representativa da curva de calibração de BSA.

	Equação*	Coefficiente de correlação (R²) (n=6)
Biureto (500 nm)	$y = 0,1354x + 0,0327$	0,972

* $y = ax + b$, sendo y a absorvência e x a concentração de proteína (BSA).

2.2.8 Polifenóis totais

O teor de polifenóis totais foi determinado pelo método de *Folin-Ciocalteu*, segundo Ribeiro (2010), com algumas adaptações. As bebidas de volume 70mL foram diluídas numa proporção 1:2 e as de volume 110mL foram diluídas em 1:3, para obtenção de uma absorvência na faixa da curva de calibração preparada com ácido gálico. Num tubo de 15mL adicionou-se 250µl de amostra diluída, 250µl de reagente Folin-Ciocalteu e agitou-se 30s no vortex. De seguida, adicionou-se 5mL de Na₂CO₃ (75g/L) e 7mL de água ultrapura, com agitação de 30s entre cada adição. A absorvência foi efectuada a 750nm num espectrofotômetro UV-VIS, Shimadzu UV-1800, após incubação das amostras, em duplicado, à temperatura ambiente, protegidas da luz. A determinação de polifenóis (em equivalente de ácido gálico) das bebidas foi feita utilizando a curva de calibração de ácido gálico representada na tabela 8 (Ribeiro, 2010).

Tabela 2-5 - Equação da reta representativa da curva de calibração de ácido gálico (Ribeiro, 2010).

	Equação*	Coefficiente de correlação (R²) (n=6)
<i>Folin-Ciocalteu</i> (750 nm)	$y = 1,8876x - 0,0337$	0,994

* $y = ax + b$, sendo y a absorvência e x a concentração de ácido gálico.

2.2.9 Atividade anti radicalar (ABTS)

A atividade antioxidante das bebidas de cevada foi determinada pelo método de ABTS, de acordo com Ribeiro (2010), com algumas adaptações. A solução concentrada do radical livre ABTS foi preparada pela adição de 7mM ABTS (ácido 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico)) sal diamónio, na razão 1:1 (v/v), para uma solução de 2,45mM de permanganato de potássio. O reagente permaneceu à temperatura ambiente, protegido da luz durante 16h, para completa reação. A solução foi então diluída em água ultrapura até absorvência de $0,700 \pm 0,020 \text{ \AA}$, a 735nm no espectrofotômetro UV-VIS (Shimadzu UV-1800). Para a diluição da solução concentrada de ABTS, o mesmo foi filtrado com o auxílio de uma seringa com filtro de *nylon* na ponta.

As bebidas de volume 70mL foram diluídas numa proporção 1:2 e as de volume 110mL foram diluídas em 1:3, para obtenção de uma absorvência na faixa da curva de calibração preparada com ácido ascórbico (Ribeiro, 2010).

A leitura das amostras foi feita, em duplicado, após 6min da adição de 20µL das bebidas diluídas em 1mL de ABTS diluído numa cuvete de plástico. Para cada leitura foi registado a absorvência da solução de ABTS diluído.

A percentagem de inibição do radical livre ABTS foi determinada através da curva de calibração de ácido ascórbico, representada na tabela 9.

Tabela 2-6 - Equação da reta obtida pela curva de calibração de ácido ascórbico (Ribeiro, 2010).

	Equação*	Coefficiente de correlação (R ²) (n=6)
ABTS (734nm)	$y = 431,74x + 1,983$	0,999

* $y=ax + b$, sendo y a absorvência e x a concentração de ácido ascórbico.

2.3 Análise mineralógica

A análise de minerais é feita segundo o modelo atómico de Bohr, através da detecção energética de electrões, segundo o espectro electromagnético na gama dos raios-X, com correspondência a uma biblioteca de dados, fornecida pelo equipamento (Niton Thermal Scientific). A figura 9 ilustra a execução do método e funcionamento do equipamento.

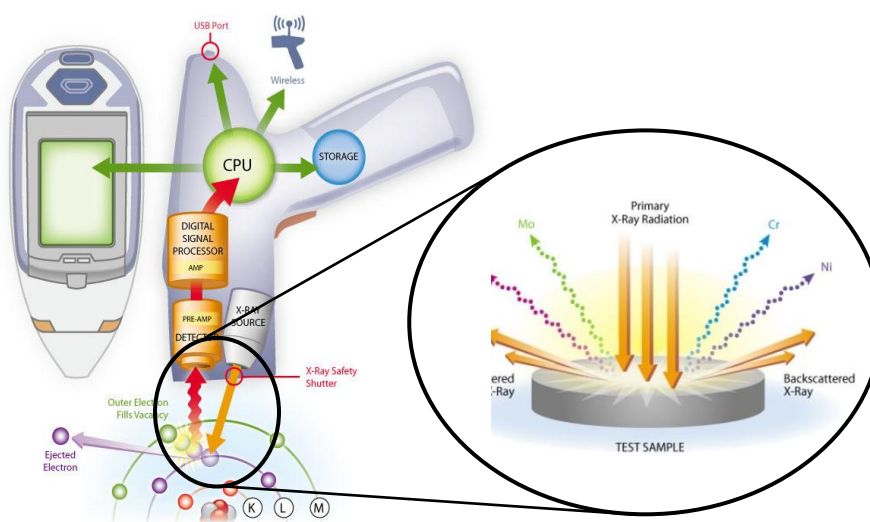


Figura 2-3 - Representação esquemática do conceito de detecção de minerais com emissão de raios-X, através de analisadores portáteis Niton (ITISE).

A análise foi efectuada através de um analisador portátil de raio-X Niton Thermal Scientific, modelo Xlt. As amostras (matérias-primas) foram colocadas em cuvetes próprias, cobertas por uma película transparente para emissão do feixe de raios-X. A leitura ocorreu em 90s para cada

amostra. Os resultados foram tratados com recurso ao *software* NITON Data Transfer – XL 3t-36653.

2.4 Análise sensorial

As análises sensoriais foram levadas a cabo por um painel misto de 10 pessoas, cinco das quais pertenciam ao grupo de provadores treinado da empresa Novadelta Cafés e os restantes eram colaboradores não treinados. Foram testadas as duas amostras com melhores resultados nos ensaios de extração e rendimento (fase II). As amostras foram comparadas entre si segundo os mesmos volumes. A análise teve por base as características, “Aspetto/Cor”, “Aroma”, “Sabor solúvel/químico”, “Doçura”, “Sabor natural”, “Corpo/Textura” e “Qualidade Global”, cuja avaliação foi feita segundo uma escala de 0 a 9, de acordo com as tabelas 10 e 11. A prova foi repetida para cada variável de filtro (90g/m² e sem filtro).

Tabela 2-7 - Escala numérica para avaliação das características "Aspetto/Cor", "Aroma", "Doçura", "Corpo/Textura", "Sabor natural" e "Qualidade global".

<i>Desagrada-me</i>		<i>Não gosto</i>		<i>Deixa-me indiferente</i>		<i>Gosto</i>		<i>Gosto muito</i>
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Tabela 2-8 - Escala numérica para avaliação da característica "Sabor solúvel/químico".

<i>Sabe muito</i>		<i>Sabe moderadamente</i>		<i>Deixa-me indiferente</i>		<i>Sabe pouco</i>		<i>Não Sabe</i>
1	2	3	4	5	6	7	8	9

2.4.1 Estudo de mercado

Realizou-se uma pesquisa de mercado com o objetivo de comparar o produto líder na gama dos solúveis puros de cevada, com as amostras em estudo e verificar o nível de aceitação do consumidor, assim como identificar possíveis pontos de melhoria nas amostras em estudo e eventualmente no processo. Para tal, realizou-se a mesma análise sensorial para a bebida concorrente, concebida pela cápsula com filtro de 90g/m² e a bebida segundo a forma recomendada pelo fornecedor na mesma proporção. Ou seja, as instruções do fornecedor sugerem a dissolução de 4g de produto para 150mL de líquido, como a cápsula tem uma capacidade máxima de 2g para este produto, a bebida foi preparada para 75mL, em cápsula e manualmente, com a mesma quantidade de produto (2g).

2.5 Teste de consumidor

O teste de consumidor foi levado a cabo com a matéria-prima com melhor resultado na análise sensorial, nas duas condições de volume e variáveis de filtro (amostra D). O teste foi realizado

na Incubadora D. Dinis² (IDD) em Leiria e contou com a participação de 50 pessoas. Para a avaliação da bebida por parte do consumidor, a prova foi acompanhada de um questionário com o objetivo de perceber o perfil de consumo de bebidas quentes do consumidor em teste, o seu perfil geográfico, e aceitação do conceito da bebida. No anexo I encontra-se o guião utilizado no teste de consumidor.

Com o objetivo de avaliar a variável de filtro e volume com melhor influência nas características sensoriais da bebida, foram dadas a provar quatro bebidas codificadas da seguinte forma: DV1F1, DV1F2, DV2F1 e DV2F2, por forma a comparar as bebidas dentro do mesmo volume e entre volumes.

2.6 Análise estatística

Os dados foram tratados com recurso ao programa *Microsoft® Office Excel 2010*. Os resultados da análise química foram analisados estatisticamente, para um nível de significância de $p \leq 0,05$. Foi utilizado o teste ANOVA de fator duplo, para avaliar as diferenças entre as amostras para quatro variáveis. As diferenças significativas foram expressas recorrendo a diferentes letras: «a», «b», «c», para as amostras e «r», «s» e «t» para as variáveis. A análise sensorial foi também avaliada estatisticamente utilizando o programa MiniTab versão 16.

Na análise de dados multivariados utilizou-se o *software STATISTICA for Windows Release 8.0* – Copyright © StatSoft, INC (2007), para efetuar a análise em componentes principais e a análise de *clusters*.

² Incubadora D. Dinis (IDD) é uma entidade de direito privado sem fins lucrativos, constituída por iniciativa do Instituto Politécnico de Leiria, da Associação Empresarial da Região de Leiria (NERLEI) e da Câmara Municipal de Leiria, com o objectivo de promover o empreendedorismo, a inovação e as novas tecnologias e de contribuir para a criação de novos projectos empresariais.

3 Resultados e Discussão

3.1 Análise de extração

- Fase I – seleção da variável de filtro

A avaliação da eficiência de extração teve em conta a pressão de saída da bebida, o seu caudal e o tempo de extração para um volume definido, 100mL. No entanto, para algumas amostras cuja extração foi extremamente difícil ou muito difícil, a bebida era encaminhada para o reservatório de cápsulas vazias, no interior da máquina, o que obrigava à paragem forçada da extração (independentemente de se ter atingido os 100mL de bebida no copo). Dessa forma, para estas amostras não foi possível considerar o parâmetro tempo de extração, tendo sido desconsiderado para todas as amostras e não foi tido como parâmetro de avaliação.

Os resultados obtidos para a eficiência de extração e rendimento estão representados na tabela 12.

Tabela 3-1 - Avaliação das variáveis de filtro segundo os parâmetros de eficiência de extração e rendimento.

Amostra	Extração x Rendimento					
	52g/m ²	60g/m ²	80g/m ²	90g/m ²	100g/m ²	Sem filtro
1	3x1=3	1x1=1	0x0=0	2x4=8	6x5=30	7x8=56
2	5x2=10	1x1=1	2x2=4	5x3=15	6x5=30	5x4=20
3	5x3=15	6x5=30	4x5=20	6x5=30	6x4=24	6x4=24
4	6x5=30	6x5=30	5x5=25	6x6=36	0x0=0	6x4=24
5	2x2=4	6x3=18	5x5=25	6x3=18	4x3=12	5x3=15
6	1x1=1	6x2=12	5x2=10	6x3=18	6x2=12	4x3=12
7	5x3=15	6x4=24	5x1=5	6x3=18	0x0=0	6x5=30
8	5x5=25	4x4=16	5x3=15	6x1=6	2x1=2	6x4=24

Para a análise do comportamento de filtro e do aspeto visual das bebidas, é importante identificar que as amostras 1, 2, 3 e 4 corresponde às amostras *spray dried* e as amostras 5, 6, 7 e 8 representam os *aglomerados*.

Analisando a tabela 12 verifica-se que a variável sem filtro apresentou os melhores resultados em termos de extração, seguindo-se o filtro de 100g/m² e posteriormente o filtro de 90g/m². O filtro de 80g/m² apresentou resultados constantes a nível de extração, para as amostras em aglomerado, no entanto a sua avaliação não foi significativamente elevada. O filtro de 60g/m² apresentou bons resultados de extração para as amostras em aglomerado, no entanto o seu rendimento foi baixo. Para as amostras 3 e 4 os resultados foram satisfatórios.

O filtro de 52g/m² não apresentou resultados consistentes e a sua avaliação também não foi elevada, em termos de extração e rendimento.

Na variável sem filtro, o rendimento é satisfatório para as amostras *spray dried* e para as amostras 7 e 8. O filtro de 100g/m² apresentou resultados relativamente satisfatórios, também, para as amostras *spray dried*, à exceção da amostra 4. Os seus resultados foram pouco concisos e a sua avaliação baixa para as amostras em aglomerado. No entanto, a sua avaliação foi relativamente proporcional à sua capacidade de extração nas amostras *spray dried*.

O filtro de 90g/m² teve uma avaliação baixa, quanto ao rendimento, para a maioria das amostras em aglomerado e os resultados não são proporcionais à sua capacidade de extração. Isto sugere que o filtro apresenta relativamente boa prestação em termos de extração, mas não permite a passagem total do produto em água. O mesmo acontece com o filtro de 60g/m² e 80g/m².

Os filtros de 80g/m² e 60g/m² apresentaram um comportamento razoavelmente proporcional à respetiva extração, em algumas das amostras (identificadas a vermelho).

A avaliação da extração não é coincidente com o respetivo rendimento de uma maneira geral, em todos os filtros. Visto que o rendimento traduz a eficiência de extração de produto para a bebida, as condições técnicas de extração do café (produto dentro da cápsula, temperatura, pressão, material de filtro) não se revelam as mais adequadas. Considerando as variáveis pressão e temperatura inalteráveis, uma vez que são pré estabelecidas pela máquina de café, a quantidade de produto dentro da cápsula aparenta não ser a mais ajustada. Segundo Oliveira et al. (2009a), para produtos solúveis é necessário a existência de um espaço vazio na cápsula para permitir uma maior mistura de água com o produto a dissolver, de modo a que ocorra um processo semelhante a uma lixiviação. Tal facto não aconteceu com a quantidade de produto testada (3g), uma vez que a cápsula foi preenchida por completo e a colocação da tampa aumentava a compactação do produto no seu interior.

Deste modo, os filtros com os melhores resultados em termos de extração (100g/m², 90g/m² e sem filtro) cujos resultados de rendimento foram relativamente bons, podem não condicionar a retenção do produto, mas a sua eficiência pode estar limitada à compactação do mesmo no interior da cápsula.

Estes dados sugerem que a passagem do produto solúvel da cápsula para o copo deve ser feita por dissolução do produto ainda na cápsula. E para tal, torna-se necessária uma elevada exposição do produto à água, onde os filtros de maior espessura apresentam melhor capacidade de retenção do solvente. Por outro lado, o bom resultado obtido pela variável sem filtro aparenta dever-se à saída do produto por arrastamento, uma vez que não existe filtro a impedir a sua passagem, onde a sua dissolução pode não ocorrer em cápsula.

As variáveis de 100g/m², 90g/m² e sem filtro foram selecionadas para a fase seguinte.

- Fase I – seleção de amostras

As amostras foram avaliadas segundo as características visuais que conferem aceitação da bebida por parte do consumidor.

Os resultados obtidos da avaliação visual da bebida são apresentados na tabela 13.

É possível verificar que a variável sem filtro apresentou os melhores resultados para todas as amostras, quer a nível de formação de espuma quer a nível da sua persistência, tendo as amostras *spray dried* apresentado uniformemente uma avaliação superior às amostras em aglomerado. Adicionalmente, o filtro de 100g/m² também apresentou melhores resultados para as amostras *spray dried*. Para os restantes filtros, obtiveram-se bons resultados para algumas amostras em *spray dried* e aglomerado, no entanto, verifica-se que as amostras *spray dried* são aquelas que revelam melhores características visuais à bebida.

Tabela 3-2 - Avaliação das amostras segundo as características visuais conferidas à bebida, nomeadamente formação de espuma e persistência.

Amostra	Formação de espuma x Persistência					
	52g/m ²	60g/m ²	80g/m ²	90g/m ²	100g/m ²	Sem filtro
1	2*3=6	1*1=1	0*0=0	2*3=6	6*7=42	9*8=72
2	9*8=72	1*2=2	1*3=3	3*5=15	7*8=56	9*8=72
3	3*7=21	9*9=81	2*4=8	8*7=56	6*7=42	8*7=56
4	9*8=72	6*6=36	5*8=40	9*6=54	0*0=0	8*8=64
5	5*6=30	4*6=24	5*5=25	4*3=12	2*5=10	5*6=30
6	2*6=12	4*6=24	5*7=35	4*4=16	5*6=30	5*5=25
7	3*6=18	3*5=15	4*3=12	5*5=25	0*0=0	5*4=20
8	6*7=42	3*5=15	5*5=25	1*4=4	0*0=0	5*5=25

- Fase II – Seleção do melhor parâmetro de extração em processo industrial

Entre as três variáveis de filtro com melhor eficiência de extração, obtidas na fase I, o filtro de 100g/m² foi excluído nesta fase por incompatibilidade industrial. O seu material constituinte (poliéster) não permitiu a soldadura na cápsula uma vez que a sua elevada espessura exigiu um aumento de temperatura no soldador e tal deformava irreversivelmente o material termoplástico característico do poliéster. Desta forma, substituiu-se o filtro de 100g/m² pelo filtro de 40g/m², habitualmente usado nas cápsulas de café. Os resultados obtidos estão apresentados na figura 10.

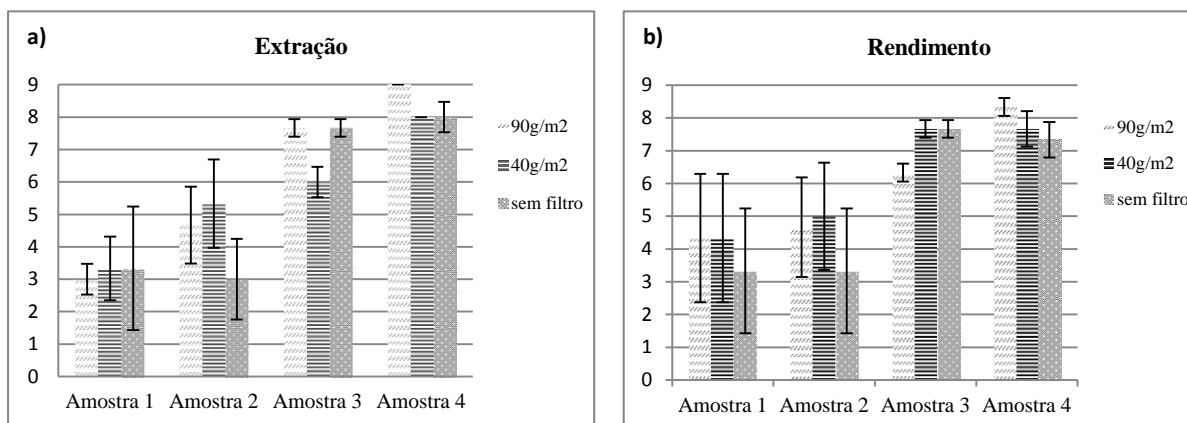


Figura 3-1 - Avaliação média da eficiência de extração (a) e rendimento (b) da bebida para cada variável de filtro e respectivos erros padrão, na fase II.

Comparativamente aos resultados da fase I é possível verificar uma melhoria de comportamento do filtro de 90g/m² em todas as amostras, sendo esta melhoria sugerida pelo facto dos filtros se encontrarem soldados à cápsula, nesta fase de extração. No entanto, a variável sem filtro apresentou uma ligeira diminuição para as amostras 1 e 2, face à fase I, que pode ter sido condicionada pela alteração da máquina de selagem, cuja soldadura da cápsula e colocação da película protetora, foi feita de forma semi-automática, ao contrário da fase I que foi feita automaticamente. Contudo, as amostras 3 e 4 apresentaram melhorias de extração na fase II, em relação à fase I, o que invalida o efeito da alteração da máquina de selagem e sugere que os resultados apenas sejam condicionados pela solubilidade da amostra.

Quanto à análise de rendimento, tal como no parâmetro de extração, verificou-se também, uma melhoria de prestação do filtro de 90g/m² em todas as amostras, que aparenta dever-se à soldadura do filtro na cápsula, mas também à diminuição de produto a testar, o que sugere uma melhor mistura de produto em água e sua circulação no interior da cápsula.

A variável sem filtro teve uma grande diminuição na sua prestação para a amostra 1, ligeira diminuição para a amostra 2, e resultados bastante superiores nas amostras 3 e 4, face à fase I. Apesar de não ter sido testado o filtro de 40g/m² na fase I, os seus resultados foram significativamente satisfatórios, apresentando contudo, a mesma tendência entre as amostras, que as outras variáveis. Isto é, para as amostras 1 e 2, os resultados de extração e rendimento foram inferiores às amostras 3 e 4.

Através da análise de variância (ANOVA) de fator duplo verifica-se que as amostra 1 e 2 não são estatisticamente diferentes com 95% de confiança, assim como as amostras 3 e 4, em todas as variáveis de filtro para o parâmetro de extração (tabela 14). Adicionalmente, a amostra 2 não apresenta diferenças significativas entre as amostras 3 e 4, à exceção da variável sem filtro e a amostra 1 é estatisticamente diferente da amostra 4 em todas as variáveis de filtro. Por outro lado, as variáveis de filtro não apresentam diferenças significativas, entre si.

Tabela 3-3 – Média e respetivo erro padrão da análise de variância (ANOVA) de fator duplo para o parâmetro de extração, com $\alpha=0,05\%$. As letras «a», «b» e «c» indicam diferenças significativas entre as amostras. A letra «r» indica que não existem diferenças significativas entre as variáveis de filtro.

	90g/m ²	40g/m ²	Sem filtro
Amostra 1	3,0 ± 0,47 (a, r)	3,3 ± 0,98 (a, r)	3,3 ± 1,91 (a, b, r)
Amostra 2	4,7 ± 1,18 (a, b, r)	5,3 ± 1,36 (a, b, r)	3,0 ± 1,25 (a, r)
Amostra 3	7,7 ± 0,27 (b, r)	6,0 ± 0,47 (a, b, r)	7,7 ± 0,27 (b, c, r)
Amostra 4	9,0 ± 0,00 (b, r)	8,0 ± 0,00 (b, r)	8,0 ± 0,47 (c, r)

Quanto ao parâmetro de rendimento, as amostras não apresentam diferenças significativas entre si, assim como as variáveis de filtro não são significativamente diferentes, com 95% de confiança, conforme se observa na tabela 15.

Tabela 3-4 – Média e respetivo erro padrão da análise de variância (ANOVA) de fator duplo para o parâmetro de rendimento, com $\alpha=0,05\%$. As letras «a» e «r» indicam que não existem diferenças significativas entre as amostras e entre as variáveis de filtro, respetivamente.

	90g/m ²	40g/m ²	Sem filtro
Amostra 1	4,3 ± 1,96 (a, r)	4,3 ± 1,96 (a, r)	3,3 ± 1,91 (a, r)
Amostra 2	4,7 ± 1,51 (a, r)	5,0 ± 1,63 (a, r)	3,3 ± 1,91 (a, r)
Amostra 3	6,3 ± 0,27 (a, r)	7,7 ± 0,27 (a, r)	7,7 ± 0,27 (a, r)
Amostra 4	8,3 ± 0,27 (a, r)	7,7 ± 0,54 (a, r)	7,3 ± 0,54 (a, r)

3.2 Análise química

Conforme os resultados de extração e rendimento (fase II) das amostras em análise, não foi possível extrair bebidas das amostras A e B com filtro de 90g/m². Dessa forma, estas amostras apenas foram avaliadas analiticamente pela variável sem filtro. Durante o período experimental, as amostras permaneceram refrigeradas (4-6°C).

3.2.1 Formação de creme e persistência

A formação de espuma e respetiva persistência são aspetos importantes na avaliação visual da bebida e respetiva aceitação pelo consumidor (Piazza, Gigli e Bulbarello, 2008; Andueza et al., 2002).

A determinação da formação de creme e sua persistência está representada nas figuras 11 e 12, respetivamente.

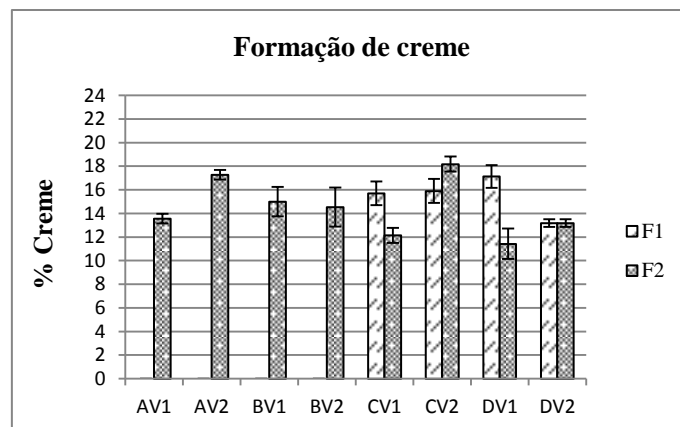


Figura 3-2 - Percentagem média de creme e respetivo erro padrão, em função do volume de bebida, das diferentes amostras.

Sabendo que a formação de espuma representa a formação de bolhas de ar em suspensão num líquido (Foegeding, Luck e Davis, 2006) a fase gasosa que confere a espuma na bebida de café consiste em vapor de água resultante do processo de percolação e dióxido de carbono formado pelas reações de *Maillard* durante o processo de torra (Piazza, Gigli e Bulbarello, 2008). Sendo este efeito desconhecido na cevada, não é possível compreender o tipo de gás usado na formação de espuma para esta bebida.

No entanto, a espuma formada nas amostras AV1F2, AV2F2, BV1F2, BV2F2, CV2F2 e DV2F2 foi caracterizada essencialmente pela formação de bolhas de ar de grande dimensão, que no seu conjunto formam maior volume e consequentemente apresentam maior percentagem de creme. Contudo, o seu colapso é proeminente, uma vez que espumas formadas por bolhas de ar desproporcionais e de grandes dimensões, revelam fraca persistência (Belitz, Grsoch e Schieberle, 2009), conforme se observa em algumas destas amostras (figura 12).

Verificou-se ao longo da extração das bebidas, que a variável com filtro proporcionou uma espuma com maiores características de creme, assim como a sua tonalidade era mais escura.

A estabilização das espumas depende de um conjunto de fatores intrínsecos e extrínsecos ao produto, como o pH da solução, a temperatura e a presença de outros ingredientes que possam interferir nas propriedades surfactantes das proteínas (Burkus e Temelli, 2000). A presença de moléculas tensioativas, como os lípidos e emulsionantes que conferem mobilidade na interface, permitem que as proteínas criem uma espécie de rede superficial (Piazza, Gigli e Bulbarello, 2008). Os polissacáridos e açúcares simples, também, condicionam a estabilidade das espumas, aumentando esta propriedade (Foegeding, Luck e Davis, 2006). Tendo em conta o conteúdo de açúcares das bebidas C e D (tabelas 25 e 26), sugere-se que este possa contribuir para a maior persistência da espuma nestas amostras.

O conteúdo lipídico é muito reduzido, em todas as amostras (tabela 29), o que sugere influência na menor capacidade espumante das mesmas, com características de creme.

Analizando a composição de proteínas das respectivas bebidas (figura 16) é perceptível que a relação entre a formação de creme e o teor de proteínas nas amostras não é linear, o que sugere que esta propriedade não depende unicamente da concentração de proteína, mas também dos métodos e parâmetros térmicos de processamento, do gás usado na formação de espuma, assim como da fonte proteica (Yalcin, Çelik e Ibanğlu, 2008).

Apenas as proteínas solúveis têm capacidade para se dispersar na interface ar-água e aumentar a propriedade interfacial. Assim, um baixo teor de proteínas solúveis origina reduzida capacidade espumante da solução (Horax et al., 2011). Por outro lado, a solubilidade das proteínas é influenciada pelo pH da solução, sendo maior a valores ácidos ou básico (inferior a 4 e superior a 5) e menor a valores próximos do ponto isoelétrico (pH entre 4 e 5) (Liu et al., 2010).

Analizando o valor de pH das bebidas, verifica-se que as amostras C e D apresentam o pH mais elevado, sendo próximo de 5, podendo contribuir para a maior persistência de espuma nestas amostras (figura 12).

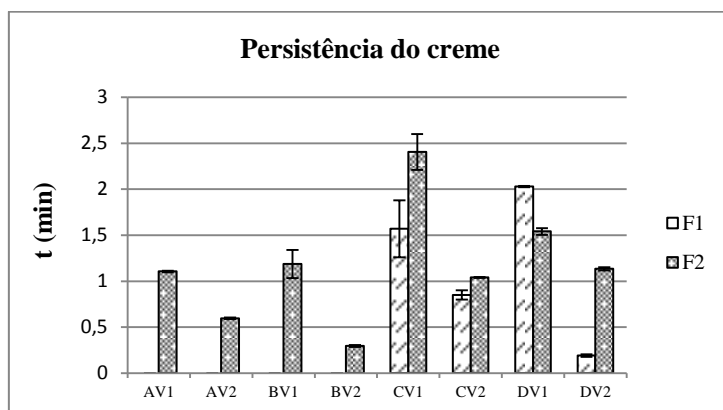


Figura 3-3 - Persistência do creme das bebidas, expresso em minutos, com respectivo erro padrão.

Adicionalmente, o processo de torra favorece a pirólise das proteínas e a despolimerização de compostos carbonatados, originando complexos com as proteínas, que precipitam (Piazza, Gigli e Bulbarelo, 2008). A hidrólise parcial das proteínas aumenta a capacidade de formação de espumas mas diminui a estabilização das mesmas (Yalcin, Çelik e Ibanğlu, 2008). O que poderá estar implícito na reduzida persistência de creme das bebidas, principalmente nas amostras A e B que apresentam elevada formação de espuma mas fraca persistência. Relacionando este facto com o processo de torra, os dados sugerem que estas amostras sofreram uma torra mais intensa que as restantes.

Por outro lado, as condições de percolação da bebida revelam, também, influência na formação de espuma ou creme. No café, a extração a pressões acima de 7atm (9atm e 11atm) revelam maior estabilização do creme (Andueza et al., 2002). A qualidade da água utilizada como ingrediente da bebida de café representa também influência sobre a formação e persistência da espuma (Navarini e Rivetti, 2010). A água enriquecida em bicarbonato representa uma fonte

extra de dióxido de carbono disponível à formação de espuma. No entanto, produzem espumas de fraca persistência e textura pouco atrativa (Navarini e Rivetti, 2010). Visto que as bebidas em estudo foram preparadas com água destilada, sugere-se que a formação de espuma foi apenas inerente à constituição das amostras, nomeadamente, ao seu pH, composição proteica e fase gasosa.

Em termos tecnológicos, a utilização de hidrocolóides permite aumentar a viscosidade da fase contínua, causando uma diminuição na drenagem das bolhas de ar e consequentemente aumenta a estabilidade das espumas e emulsões (Burkus e Temelli, 2000). A adição de beta-glucanos de aveia e/ou de cevada às amostras poderá potenciar as características de creme e aumentar a sua estabilidade, uma vez que estes ingredientes são habitualmente usados como estabilizantes no processamento de alimentos (Burkus e Temelli, 2000).

Na análise de variância descrita na tabela 16 verifica-se que a capacidade de formação de espuma nas bebidas, não apresenta diferenças significativas entre as amostras, mas sim entre variáveis, principalmente entre volumes.

Em relação à persistência verifica-se diferenças significativas entre as amostras e variáveis, conforme a tabela 17.

Tabela 3-5 - Análise de variância (com confiança de 95%) da capacidade de formação de creme das amostras nas variáveis filtro e volume. Os valores apresentados correspondem à média da percentagem de creme e respetivo erro padrão. A letra «a» indica que não existem diferenças significativas entre as amostras. As letras «r» e «s» indicam diferenças significativas entre as variáveis de filtro e volume.

Amostra	V1F1 (%)	V2F1 (%)	V1F2 (%)	V2F2 (%)
A	---	---	13,57 ± 0,412 (a, r)	17,27 ± 0,643 (a, r)
B	---	---	15,00 ± 0,412 (a, r)	14,55 ± 0,643 (a, r)
C	15,71 ± 1,010 (a, r, s)	15,91 ± 0,964 (a, r, s)	12,14 ± 1,237 (a, r)	18,18 ± 1,286 (a, s)
D	17,14 ± 1,010 (a, s)	13,18 ± 0,321 (a, r, s)	11,43 ± 1,650 (a, r)	13,18 ± 0,321 (a, r, s)

* V1=70mL, V2=110mL, F1=filtro de 90g/m², F2=sem filtro.

Tabela 3-6 - Análise de variância (com $\alpha=0,05\%$) da persistência do creme, descrito em minutos, das amostras nas diferentes variáveis de volume e filtro. Os valores apresentados correspondem à média da persistência de creme e respetivo erro padrão. As letras «a» e «b» indicam diferenças significativas entre as amostras. As letras «r», «s» e «t» indicam diferenças significativas entre as variáveis de filtro e volume.

Amostra	V1F1 (min)	V2F1 (min)	V1F2 (min)	V2F2 (min)
A	---	---	1,11 ± 0,009 (a, r)	0,59 ± 0,194 (a, b, r)
B	---	---	1,19 ± 0,009 (a, s)	0,29 ± 0,004 (a, r)
C	1,57 ± 0,311 (a, s)	0,85 ± 0,007 (b, r)	2,41 ± 0,153 (b, t)	1,04 ± 0,035 (b, r, s)
D	2,03 ± 0,049 (a, t)	0,19 ± 0,014 (a, r)	1,54 ± 0,012 (a, b, s, t)	1,14 ± 0,018 (b, s)

* V1=70mL, V2=110mL, F1=filtro de 90g/m², F2=sem filtro.

3.2.2 Determinação da cor

A cor da bebida assim como a formação de espuma e a persistência são características com forte contribuição na aceitação visual do consumidor (Andueza et al., 2002). Os parâmetros mensuráveis L^* , a^* e b^* fornecem indicações sobre o tom (H°) e a saturação (C^*) da cor (Bicho, 2004). Estes dois últimos, juntamente com a luminosidade (L^*) são responsáveis pela percepção da cor ao olho humano (Bicho, 2004). As coordenadas a^* e b^* têm sido sugeridas como intervenientes na determinação de H° e C^* , respetivamente, embora possam existir exceções (Bicho, 2004).

A luminosidade (L^*) varia entre o preto (0) e o branco (100) (Bicho, 2004) e dessa forma apresenta uma relação inversamente proporcional ao grau de torra dos grãos, devido à formação de pigmentos (melanoidinas) através de reações de *Maillard* e *Strecker*³, como resultado do processamento térmico (Ribeiro, 2010; Bicho et al., 2012). A tonalidade representada pelo parâmetro H° varia entre o vermelho (0°), o amarelo (90°) e o verde (180°), sendo bastante útil na interpretação de diferenças de cor (Bicho et al., 2012).

A determinação da cor nas bebidas em estudo (tabela 18) identifica as amostras AV2F2, CV1F2, CV2F2 e DV1F2 com menor luminosidade, sugerindo que estas são mais escuras que as restantes, consequência de um processo de torra mais intenso. E as amostras BV1F2 e BV2F2 são tidas como as mais claras. No entanto, a cor das bebidas, tal como o corpo, é conferido pelo teor de sólidos presentes na solução (Gloess et al., 2013; Andueza et al., 2002) e este por sua vez é dependente da eficiência de extração (Gloess et al., 2013). Posto isto, o parâmetro de luminosidade aparenta um significado inverso, mas correlacionado com a capacidade de extração das variáveis em estudo. Ou seja, visto que a amostra B apresenta reduzida eficiência de extração, comparativamente às outras amostras, o parâmetro L^* sugere uma correlação positiva com esse facto, pois a deficiência de sólidos na bebida, aparenta motivar elevada luminosidade, por diminuição da cor.

Por sua vez, as amostras com menor luminosidade sugerem um maior rendimento de extração de sólidos para a bebida, que se verifica pela análise de extração e determinação de sólidos totais. Contudo, a amostra AV2F2 não apresenta proporcionalidade com o teor de sólidos, o que suscita a hipótese desta amostra ser relativamente mais escura que as restantes.

Adicionalmente, verifica-se uma maior contribuição do vermelho ($+a^*$) em relação ao verde ($-a^*$) na tonalidade da maioria das amostras, assim como uma maior contribuição do azul ($+b^*$) em relação ao amarelo ($-b^*$). Esta participação dos parâmetros a^* e b^* é mais acentuada nos volumes de 110mL (V2), nas duas variáveis de filtro, para todas as amostras.

³ A reação de *Strecker* resulta por intermédio de subprodutos da reação de *Maillard* com aminoácidos secundários, originando sobretudo compostos de aroma (Belitz, Grosch e Schieberle, 2009).

Tabela 3-7 - Parâmetros colorimétricos das bebidas obtidas pelas diferentes amostras, com a respectiva análise de variância ($\alpha=0,05\%$), nas variáveis volume e filtro. Os valores apresentados correspondem à média dos parâmetros colorimétricos e respetivo erro padrão. As letras «a», «b» e «c» indicam diferenças significativas entre as amostras. As letras «r» e «s» indicam diferenças significativas entre as variáveis de filtro e volume.

	Amostra	V1F1	V2F1	V1F2	V2F2
L*	A	---	---	22,90±0,298 (b, s)	18,93±0,441 (a, r)
	B	---	---	24,50±0,264 (c, r)	24,30±0,521 (b, r)
	C	19,19±0,264 (a, r, s)	19,50±0,113 (a, s)	18,25±0,384 (a, r, s)	18,02±0,121 (a, r)
	D	19,18±0,269 (a, r, s)	19,95±0,074 (a, s)	18,27±0,192 (a, r)	20,05±0,256 (a, s)
a*	A	---	---	2,69±0,925 (a, b, r)	6,08±0,645 (a, r)
	B	---	---	6,76±0,383 (b, r)	13,31±0,193 (b, s)
	C	2,06±2,06 (a, r)	6,80±6,80 (a, s)	2,07±1,565 (a, r)	3,00±0,291 (a, r, s)
	D	1,82±1,82 (a, r)	7,59±7,59 (a, s)	0,95±0,106 (a, r)	6,44±0,747 (a, s)
b*	A	---	---	0,82±0,332 (a, r)	2,59±0,307 (b, r)
	B	---	---	2,77±0,245 (b, r)	10,04±0,352 (c, s)
	C	1,06±0,424 (a, r)	3,04±0,549 (a; s)	-0,09±0,447 (a, r)	0,78±0,037 (a, r)
	D	0,88±0,114 (a, r)	3,07±0,139 (a; s)	0,51±0,073 (a, r)	2,87±0,466 (b, s)
C*	A	---	---	2,81±0,980 (a, r)	6,62±0,715 (a, r)
	B	---	---	7,31±0,447 (b, r)	16,69±0,054 (b, s)
	C	2,37±1,328 (a, r)	7,45±1,013 (a; s)	2,60±1,316 (a, r)	3,21±0,320 (a, r, s)
	D	2,03±0,274 (a, r)	8,21±0,747 (a; s)	1,18±0,069 (a, r)	7,06±0,871 (a, s)
H°	A	---	---	14,20±1,835 (a, r)	22,87±12,526 (a, r)
	B	---	---	22,10±0,652 (a, r)	36,97±1,392 (a, r)
	C	44,86±15,485 (a, r)	23,76±1,211 (a; r)	178,97±37,275 (b, s)	73,76±40,492 (a, r)
	D	25,35±0,036 (a, r)	22,02±1,177 (a; r)	142,63±4,662 (b, s)	23,72±1,027 (a, r)

* V1=70mL, V2=110mL, F1=filtro de 90g/m², F2=sem filtro.

A diferença entre duas cores possibilita a determinação do valor mínimo que permite ao olho humano detetar diferença entre duas amostras (Bicho, 2004). Os valores de ΔE mais elevados apresentados na tabela 19 (AV2F2-BV2F2, BV2F2-CV2F2 e BV2F2-DV2F2) devem-se às diferenças significativas nos respetivos parâmetros colorimétricos das amostras em questão. A amostra BV2 é estatisticamente diferente das restantes amostras, nas duas variáveis de filtro, nos parâmetros L*, a*, b* e C*. As amostras C e D não apresentam diferenças significativas, para os referidos parâmetros colorimétricos, à exceção da variável V2F2, no parâmetro b*.

Tabela 3-8 - Diferença de cor entre os pares de amostras.

	ΔE
CV1F1 – DV1F1	0,30
CV2F1 - DV2F1	0,91
AV1F2 - BV1F2	4,79
AV1F2 - CV1F2	4,78
AV1F2 - DV1F2	4,95
BV1F2 - CV1F2	8,32
BV1F2 - DV1F2	8,81
CV1F2 - DV1F2	1,27
AV2F2 - BV2F2	11,69
AV2F2 - CV2F2	3,69
AV2F2 - DV2F2	1,21
BV2F2 - CV2F2	15,21
BV2F2 - DV2F2	10,80
CV2F2 - DV2F2	4,51

3.2.3 Determinação de pH

As mudanças de pH verificadas na bebida de café e seus substitutos têm sido atribuídas a transformações nos grãos, durante o processo de torra (Clarke e Macrae, 1987). A principal alteração ocorre na composição dos ácidos orgânicos, com um aumento de ácido acético, ácido málico, ácido caprílico, ácido propiônico, fórmico, capróico e pirúvico (Clarke e Macrae, 1987). Ocorre também um decréscimo no teor de ácido sucínico, ácido cítrico e ácido malônico (Clarke e Macrae, 1987). O aumento do teor de ácido acético e ácido málico aparentam ser a principal causa do decréscimo de pH da cevada torrada e, conseqüentemente, da bebida (Clarke e Macrae, 1987).

A determinação de pH das bebidas de cada variável está descrita na tabela 20 com a respectiva análise de variância.

Tabela 3-9 - Valor médio de pH das bebidas das quatro amostras e respectivo erro padrão. A análise de variância (com 95% de confiança) está representada pelas letras «a», «b», «c» e «d», indicando diferenças significativas entre as amostras e as letras «r» e «s» indicam diferenças significativas entre as variáveis de filtro e volume.

Amostra	V1F1	V2F1	V1F2	V2F2
A	---	---	4,34 ± 0,005 (a, r)	4,36 ± 0,006 (a, r)
B	---	---	4,38 ± 0,005 (b, r)	4,44 ± 0,006 (b, s)
C	4,66 ± 0,011 (a, r)	4,68 ± 0,000 (a, r)	4,64 ± 0,005 (c, r)	4,67 ± 0,003 (c, r)
D	4,72 ± 0,004 (b, r)	4,74 ± 0,007 (b, r, s)	4,73 ± 0,003 (d, r, s)	4,76 ± 0,009 (d, s)

* V1=70mL, V2=110mL, F1=filtro de 90g/m², F2=sem filtro.

Verifica-se algumas diferenças significativas entre as amostras e entre variáveis, no entanto, a amostra A aparenta ter sofrido uma torra mais intensa, uma vez que apresenta o pH inferior às restantes amostras, em todas as variáveis, seguindo-se a amostra B, C e D.

Papetti et al. (2006) obtiveram um pH de $4,54 \pm 0,14$ em cevada torrada a 220°C (13 min), o que sugere que as amostras A e B tenham sofrido um processo de torra mais intenso (temperatura superior e/ou por mais tempo). As amostras C e D aparentam ter sofrido uma torra mais suave, uma vez que o pH das amostras é ligeiramente superior ao pH obtido pelos autores e mais próximo do pH da cevada natural de $5,84 \pm 0,24$ (Papetti et al, 2006). A amostra D aparenta ter sofrido a torra mais suave.

3.2.4 Índice de refração

O índice de refração, normalmente conhecido por °Brix, é descrito como a percentagem de sacarose em 100g de solução, sendo dessa forma muito usado na determinação do teor de açúcares de uma amostra (VitalSensors, 2011). Por outro lado, o índice de refração apresenta uma relação linear com o teor de sólidos na solução, e por sua vez pode ser um indicador da densidade da amostra (Gloess et al., 2013). A determinação do °Brix das bebidas, em cada variável em estudo, está representada na figura 13 e a respetiva análise de variância (de fator duplo) encontra-se descrita na tabela 21.

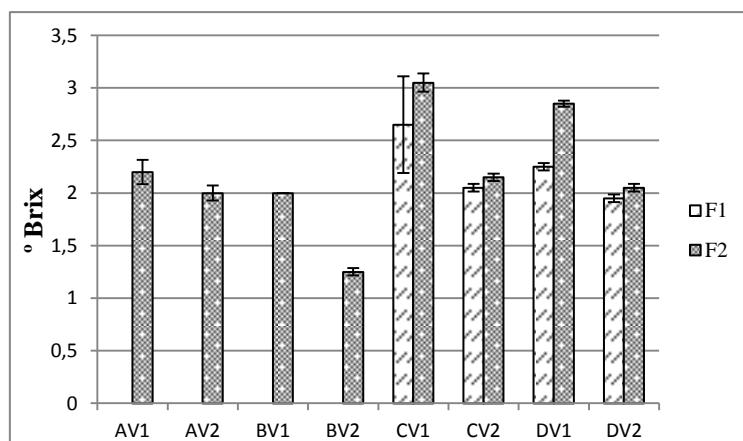


Figura 3-4 – Média do índice de refração das bebidas e repetivo erro padrão, expresso em °Brix, para cada variável de filtro e volume.

Tabela 3-10 - Análise de variância (com $\alpha=0,05\%$) do índice de refração ($^{\circ}\text{Brix}$) das amostras para as variáveis filtro e volume. Os valores apresentados correspondem à média do índice de refração e respetivo erro padrão. As letras «a», «b» e «c» indicam diferenças significativas entre as amostras e as letras «r» e «s» indicam diferenças significativas entre as variáveis de filtro e volume.

Amostra	V1F1	V2F1	V1F2	V2F2
A	---	---	$2,20 \pm 0,115$ (a, b, r)	$2,00 \pm 0,071$ (b, r)
B	---	---	$2,00 \pm 0,000$ (a, r)	$1,25 \pm 0,035$ (a, r)
C	$2,65 \pm 0,460$ (a, r, s)	$2,05 \pm 0,035$ (a, r)	$3,05 \pm 0,087$ (c, s)	$2,15 \pm 0,035$ (b, r)
D	$2,25 \pm 0,035$ (a, r, s)	$1,95 \pm 0,035$ (a, r)	$2,85 \pm 0,029$ (b, c, s)	$2,05 \pm 0,035$ (b, r)

Analisando o $^{\circ}\text{Brix}$ (ou índice de refração) das amostras com o respetivo teor de sólidos, verifica-se a relação linear entre estes dois parâmetros, descrita anteriormente, o que sugere que as determinações são consistentes. Adicionalmente, o índice de refração apresenta-se relacionado com uma série de atributos sensoriais, tais como o corpo, a cor, o sabor (doçura), e até mesmo a concentração de compostos voláteis (aroma) da bebida (Gloess et al., 2013).

Contudo, esses atributos sensoriais, embora inerentes à composição da matéria-prima, são também dependentes da eficiência de extração da bebida e dessa forma verifica-se diferenças significativas entre as variáveis (tabela 21). Por outro lado, as amostras C e D apresentam menor diferença significativa entre si e a amostra B é a mais significativamente diferente, o que aparenta estar relacionado com a sua capacidade de extração.

3.2.5 Sólidos totais e sólidos solúveis

O teor de sólidos totais das bebidas das diferentes amostras e condições de volume e filtro está representado na figura 14. A respectiva análise de variância (ANOVA) de fator duplo está apresentada na tabela 22.

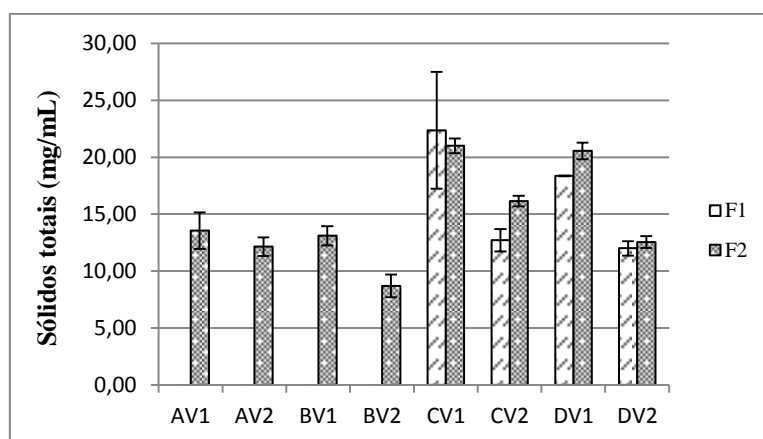


Figura 3-5 - Teor médio de sólidos totais e respetivo erro padrão das bebidas (mg/mL) nas variáveis de filtro e volume.

Tabela 3-11 – Análise de variância (com $\alpha=0,05\%$) do teor de sólidos totais (mg/mL) das amostras nas variáveis volume e filtro. Os valores apresentados correspondem à média do teor de sólidos totais e respetivo erro padrão nas bebidas. A letra «a» indica que não existem diferenças significativas entre as amostras. As letras «r» e «s» indicam diferenças significativas entre as variáveis de filtro e volume.

Amostra	V1F1	V2F1	V1F2	V2F2
A	---	---	13,55 ± 1,591 (a, r)	12,15 ± 0,813 (a, r)
B	---	---	13,10 ± 0,849 (a, r)	8,70 ± 0,990 (a, r)
C	22,35 ± 5,127 (a, s)	12,70 ± 0,990 (a, r)	21,00 ± 0,636 (a, r, s)	16,15 ± 0,460 (a, r, s)
D	18,35 ± 0,035 (a, r, s)	12,00 ± 0,636 (a, r)	20,55 ± 0,742 (a, s)	12,55 ± 0,530 (a, r, s)

*V1=70mL, V2=110mL; F1=filtro de 90g/m², F2=sem filtro.

Através do teor de sólidos totais presente nas bebidas é possível quantificar o rendimento de extração do produto contido na cápsula e dessa forma avaliar quantitativamente qual das amostras e variável apresenta maior eficiência de extração. Sabendo o teor de sólidos totais na bebida (para cada volume) e conhecendo a quantidade de produto colocado na cápsula, determinou-se a percentagem de rendimento do teor de sólidos para cada amostra e variável, conforme tabela 23.

A análise de extração e rendimento das variáveis de filtro em causa e as amostras em estudo (figura 10) permite verificar que as amostras com maior teor de sólidos totais (C e D) correspondem às amostras com um melhor rendimento e eficiência de extração, sugerindo que para estas bebidas, ocorreu uma maior passagem de produto da cápsula para o copo. Dessa forma, o teor de sólidos totais presente nas bebidas aparenta ser depende da capacidade e respetivo rendimento de extração de produto, sendo esta análise uma avaliação complementar à análise de extração.

Por outro lado, verifica-se que o aumento do tempo de extração da bebida para o volume de 110mL não corresponde a um aumento do rendimento, face ao volume de 70mL. O que sugere que a partir deste volume, embora a água continue a passar pela cápsula, esta não “consegue” extrair mais produto para a bebida. Este facto aparenta uma incompleta e/ou incorreta circulação de água na cápsula.

Tabela 3-12 – Avaliação de rendimento segundo o teor de sólidos totais face ao conteúdo de matéria-prima na cápsula, para as diferentes bebidas.

Amostra	V1F1 Rendimento (%)	V2F1 Rendimento (%)	V1F2 Rendimento (%)	V2F2 Rendimento (%)
A	---	---	37,94	53,46
B	---	---	45,85	47,85
C	62,58	55,88	58,80	71,06
D	51,38	52,80	57,54	55,22

*V1=70mL, V2=110mL; F1=filtro de 90g/m², F2=sem filtro.

O processo de torra da cevada causa alterações químicas na composição do grão, principalmente no seu teor de hidratos de carbono. A quantidade de amido nos grãos é grande, e durante a primeira fase do processo de aquecimento ocorre a gelatinização e hidrólise parcial deste nutriente, assim como a desnaturação de proteínas (Clarke e Macrae, 1987).

Entre os 160-200°C, as moléculas de amido são degradadas em polímeros de menor dimensão, ocorrendo um aumento do teor de dextrinas e açúcares redutores, aumentando o teor de sólidos solúveis. Contudo, após o período ótimo de torra, dá-se um decréscimo dessas substâncias (Clarke e Macrae, 1987).

Analisando o teor de sólidos totais (figura 14) e solúveis (figura 15), verifica-se que existem diferenças significativas entre as variáveis para a mesma amostra, sugerindo que a extração de sólidos não ocorre da mesma forma entre cada extração da bebida. O que implica que, a cada extração (independente da amostra e variável) o valor de sólidos totais varia, e dentro destes, podem ser extraídos mais ou menos sólidos solúveis.

Nas bebidas extraídas com o filtro de 90g/m² a variabilidade da extração de sólidos pode ser dependente da dimensão dos poros do filtro e dimensão das partículas solúveis e insolúveis, cujos dados são desconhecidos. Na variável sem filtro, uma vez que os poros da cápsula são de maior dimensão, sugere-se que a heterogeneidade da extração dos compostos solúveis é dependente da ineficiência de extração do produto.

As amostras C e D não apresentam diferenças significativas entre si, em todas as variáveis, exceto V2F2 (conforme tabela 24). Nesta variável as amostras B e C são estatisticamente diferentes das restantes e entre si. As amostras A e B, não apresentam diferenças na variável V1F2. As variáveis de filtro apresentam algumas diferenças estatísticas.

Adicionalmente, as diferenças significativas entre as variáveis de extração, para a mesma amostra, torna difícil correlacionar o tipo de torra com o teor de sólidos solúveis das amostras.

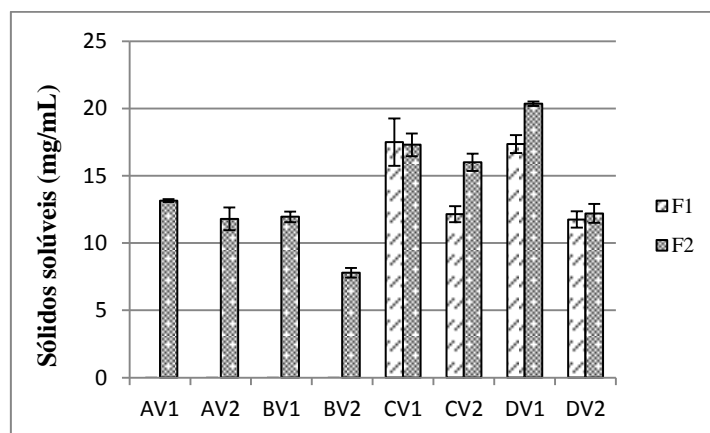


Figura 3-6 - Teor médio de sólidos solúveis e respetivo erro padrão nas bebidas, para as variáveis de filtro e volume.

Tabela 3-13 - Análise de variância (com $\alpha=0,05\%$) do teor de sólidos solúveis das amostras nas variáveis volume e filtro. Os valores apresentados correspondem à média do teor de sólidos solúveis e respetivo erro padrão. As letras «a» e «b» indicam diferenças significativas entre as amostras. As letras «r» e «s» indicam diferenças significativas entre as variáveis de filtro e volume.

Amostra	V1F1	V2F1	V1F2	V2F2
A	---	---	13,15 \pm 0,106 (a, r)	11,80 \pm 0,849 (b, r)
B	---	---	11,95 \pm 0,389 (a, s)	7,80 \pm 0,354 (a, r)
C	17,50 \pm 1,768 (a, s)	12,15 \pm 0,601 (a, r)	17,30 \pm 0,849 (b, s)	16,00 \pm 0,636 (c, s)
D	17,35 \pm 0,672 (a, s)	11,75 \pm 0,601 (a, r)	20,36 \pm 0,173 (b, s)	12,20 \pm 0,707 (b, r)

*V1=70mL, V2=110mL; F1=filtro de 90g/m², F2=sem filtro.

3.2.6 Determinação de açúcares

A composição de açúcares nas bebidas em estudo tem um forte impacto na respectiva avaliação sensorial (Belitz, Grosch e Schieberle, 2009), sendo percepcionada pelos provadores através do parâmetro “doçura”.

Dos açúcares analisados, os mais abundantes na cevada natural são a galactose, a frutose e a maltose (Duh et al., 2001). A lactose e glucose encontram-se entre os menos abundantes, assim como a sacarose (Duh et al., 2001).

Analisando o teor de açúcares quantificado nas bebidas (tabela 25) verifica-se que as amostras A e B, em todas as variáveis, não apresentam teores de maltose e glucose. Sendo estes açúcares redutores, sugere-se que a sua degradação tenha ocorrido mais rapidamente que os restantes açúcares, a qual é dependente do seu processamento térmico (Boekel, 2006).

Tabela 3-14 - Teor médio de açúcares presente nas amostras com respectivo erro padrão e análise de variância (com 95% de confiança). As letras «a», «b» e «c» representam diferenças significativas entre as amostras. As letras «r», «s» e «t» indicam diferenças significativas entre as variáveis de filtro e volume.

Amostra	Maltose (mg/L)	Lactose (mg/L)	Glucose (mg/L)	Frutose (mg/L)	Rafinose (mg/L)	Sacarose (mg/L)	Galactose (mg/L)
AV1F2	n.d.	n.d.	n.d.	30,96±2,451 (a, r)	14,396±1,071 (a, r)	n.d.	71,34±4,805 (b, s)
AV2F2	n.d.	n.d.	n.d.	17,27±2,103 (a, r)	7,904±3,363 (a, r)	36,104±18,052 (a, r)	47,36±1,483 (b, c, r)
BV1F2	n.d.	n.d.	n.d.	16,52±1,757 (a, r)	6,768±1,093 (a, r)	14,674±12,708 (a, r)	39,20±1,897 (a, r)
BV2F2	n.d.	n.d.	n.d.	18,73±3,918 (a, r)	2,118±0,713 (a, r)	28,177±14,089 (a, r)	24,45±2,178 (a, r)
CV1F2	2731,82±76,098 (b, s, t)	n.d.	198,85±7,269 (a, s)	65,09±2,234 (b, s)	1399,74±53,228 (c, s)	n.d.	72,22±2,289 (b, s, t)
CV2F2	2260,84±82,111 (b, r, s)	n.d.	167,35±5,219 (a, r)	48,91±2,153 (b, r, s)	1151,18±41,596 (c, r, s)	n.d.	59,75±1,756 (c, r, s)
DV1F2	2042,42±131,226 (a, s)	n.d.	226,47±22,069 (a, s)	152,57±13,890 (c, t)	1015,37±77,631 (b, s)	n.d.	63,21±5,021 (b, t)
DV2F2	1358,78±55,371 (a, r)	n.d.	165,71±7,738 (a, r)	103,24±3,624 (c, r, s)	724,64±22,967 (b, s)	n.d.	38,81±3,349 (a, b, r)
CV1F1	2982,93±488,285 (b, t)	n.d.	210,48±36,623 (b, t)	75,82±17,497 (a, s)	1540,77±258,567 (b, s)	n.d.	78,99±13,431 (b, t)
CV2F1	1676,98±107,349 (a, r)	n.d.	129,12±9,101 (a, r)	36,07±2,530 (a, r)	892,38±56,699 (a, r)	n.d.	46,35±2,455 (a, r)
DV1F1	1855,26±79,462 (a, r, s)	n.d.	202,62±16,427 (a, s)	135,00±6,544 (b, s, t)	920,97±38,916 (a, r, s)	n.d.	57,86±2,832 (a, s, t)
DV2F1	1326,25±64,790 (a, r)	n.d.	135,95±6,796 (a, r)	95,521±4,569 (b, r)	656,32±28,485 (a, r)	n.d.	40,37±1,765 (a, r, s)

*V1=70mL, V2=110mL; F1=filtro de 90g/m², F2=sem filtro.

Duh et al. (2001) analisaram os açúcares presentes no extrato aquoso de cevada não torrada e de cevada torrada a diferentes graus de torra (327, 332, 335 e 341°C) e verificaram que embora a glucose apresente degradação ao longo dos diferentes estágios de torra, é detetada mesmo à temperatura de 341°C (32,63µg/g de extrato). A frutose apresenta um decréscimo significativo inerente ao processo de torra (349,01 µg/g de extrato de cevada não torrada para 203,78µg/g de extrato de cevada torrada a 335°C), não sendo detetável à temperatura de 341°C (Duh et al., 2001). A maltose revelou maior suscetibilidade à degradação térmica (302,73µg/g de extrato de cevada não torrada para 23,49µg/g de extrato de cevada torrada a 325°C), não sendo detetável à temperatura de 335°C (Duh et al., 2001). Estes dados, comparativamente aos resultados obtidos, sugerem que o processo de torra das amostras em estudo possa ter sido efetuado a temperaturas entre 335°C e 341°C.

Uma vez que a glucose, frutose, maltose e lactose encontram-se entre os açúcares redutores, como aqueles com maior reatividade na reação de *Maillard* (Belitz, Grosch e Schieberle, 2009), o não consumo da frutose nestas amostras poderá dever-se ao baixo pH e/ou a uma não interactividade com o aminoácido disponível na reação (Ajandouz et al., 2001), o qual é desconhecido e dependente da composição proteica do grão (Boekel, 2006).

A lisina caracteriza-se por ser o aminoácido mais reativo (Nunes e Baptista, 2001), no entanto, soluções de glucose aquecidas a 100°C, apresentam uma degradação mais rápida que a própria lisina, metionina ou tionina, a valores de pH entre 4,0 e 12,0 (Ajandouz et al., 2001). Por outro lado, a frutose na presença da lisina, a pH 4 apresenta uma degradação muito reduzida, sendo praticamente nula (Ajandouz et al., 2001).

As amostras C e D revelam um maior teor de açúcar que as amostras A e B, o que sugere que tenham sofrido uma torra mais suave que as duas últimas amostras.

Nos respetivos cromatogramas da análise aos açúcares verificaram-se repetidos picos a um tempo de retenção próximo do tempo de retenção do padrão de sacarose, e por sobreposição foram considerados nas amostras AV2F2, BV1F2 e BV2F2. Embora o efeito gradual da torra revele um ligeiro aumento dos açúcares totais e redutores, como consequência da degradação do amido e proteínas (Milić et al., 1975), o processo de torra origina a degradação deste açúcar, pela reação de *Maillard* (Ribeiro, 2010), o que torna esta deteção muito pouco provável, conforme se verifica no trabalho de Duh et al. (2001) em que este açúcar foi totalmente degradado pelo processamento térmico (139,82µg/g de extrato de cevada não torrada, não sendo detetada a 327°C).

Foram também verificados picos sucessivos ao tempo de retenção 9,0-9,5min que não coincidem com nenhum dos tempos de retenção dos padrões usados, sugerindo ser um açúcar para além daqueles analisados, nomeadamente arabinose, manose ou xilose, uma vez que estes são açúcares abundantes na cevada não torrada e são detetados a diferentes níveis de torra (Duh et al., 2001).

Por outro lado, a degradação da sacarose, como consequência do seu aquecimento, origina compostos de *flavour* (Belitz, Grosch e Schieberle, 2009) com potencial impacto no “aroma” da bebida e respetiva avaliação pelos provadores. Os compostos de *flavour* das amostras devem-se sobretudo a aldeídos e pirazinas resultantes da reação de *Strecker* (Boekel, 2006). Para além dos compostos de *flavour*, a degradação dos açúcares originam compostos de cor (melanoidinas) e sabor, resultantes do rearranjo dos produtos de *Amadori* e de *Heins* (para a frutose) (Belitz, Grosch e Schieberle, 2009; Dills Jr., 1993).

No caso da utilização da frutose, embora esta possa reagir mais rapidamente que a glucose, (dependendo das condições de processamento), a extensão da reação de escurecimento é inferior do que no caso da glucose, levando a uma maior escurecimento nas amostras cuja glucose tenha sido totalmente degradada (Dills Jr., 1993). O que sugere que a matéria-prima das amostras A e B sejam mais escuras que C e D.

Adicionalmente, as melanoidinas têm manifestado atividade mutagénica e anti mutagénica, assim como fortes propriedades protetoras contra os radicais livres, que potenciam a atividade antioxidante das amostras (Papetti et al., 2006).

3.2.7 Determinação de proteínas

O teor de proteínas para cada amostra, nas variáveis de filtro e volume foi determinado por medição da absorvência de complexos de cor azul a violeta, formados por reação das proteínas com o reagente de Biureto (Zaia, Zaia e Lichtig, 1998). Os resultados obtidos estão representados na figura 16. A respetiva análise de variância, de fator duplo, com 95% de confiança encontra-se descrita na tabela 26.

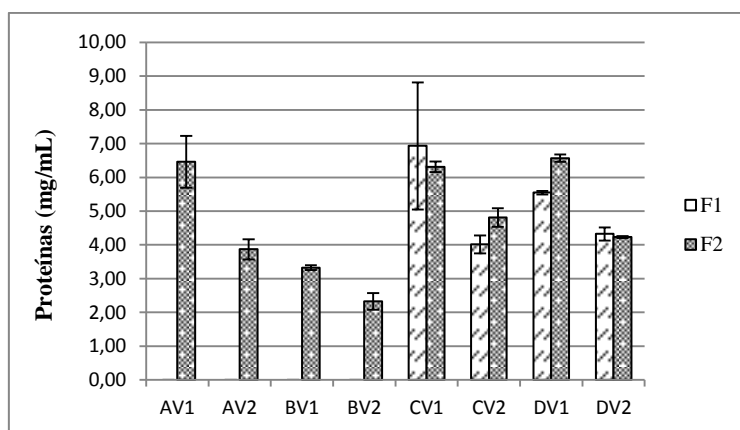


Figura 3-7 - Teor médio de proteínas (mg/mL) e respectivo erro padrão, das diferentes amostras.

Tabela 3-15 - Análise de variância ($\alpha=0,05\%$) do teor de proteínas para as quatro amostras nas variáveis volume e filtro. Os valores apresentados correspondem aos teores médios de proteínas e respetivos erros padrões. As letras «a» e «b» indicam diferenças significativas entre as amostras e a letra «r» indica que não existem diferenças significativas entre as variáveis de filtro e volume.

Amostra	V1F1 (mg/mL)	V2F1 (mg/mL)	V1F2 (mg/mL)	V2F2 (mg/mL)
A	---	---	$6,46 \pm 0,768$ (b, r)	$3,87 \pm 0,300$ (a, b, r)
B	---	---	$3,33 \pm 0,073$ (a, r)	$2,33 \pm 0,245$ (a, r)
C	$6,93 \pm 1,883$ (a, r)	$4,02 \pm 0,264$ (a, r)	$6,31 \pm 0,157$ (a, b, r)	$4,81 \pm 0,274$ (b, r)
D	$5,55 \pm 0,052$ (a, r)	$4,32 \pm 0,193$ (a, r)	$6,57 \pm 0,110$ (b, r)	$4,23 \pm 0,029$ (b, r)

*V1=70mL, V2=110mL; F1=filtro de 90g/m², F2=sem filtro.

As proteínas apresentam elevado interesse nutricional, uma vez que são a principal fonte de aminoácidos essenciais ao organismo. Embora a cevada apresente quantidades moderadas de proteína, podendo variar entre 8-25%, a composição proteica deste alimento revela moderada qualidade biológica (Asare, 2011). Contudo, estes nutrientes são relativamente sensíveis à degradação térmica (Belitz, Grosch e Schieberle, 2009), que para as amostras em estudo, pode ser causada pelo processo de torra das mesmas. Comparando a informação nutricional (tabela 27) fornecida pelos fabricantes das respetivas matérias-primas verifica-se que as amostras A e B apresentam um maior teor de proteínas relativamente às amostras C e D. Contudo, o teor de proteínas é dependente do genótipo do grão e condições de produção (Asare, 2011). Uma vez que as amostras A e B aparentam ter sofrido uma torra mais intensa que as restantes amostras, pela tabela 27, sugere-se que o teor de proteínas nestas matérias-primas não torradas possa ter sido igualmente superior. No entanto, os resultados obtidos não correspondem à informação contida na tabela 27, revelando maiores teores de proteínas para as amostras C e D relativamente à amostra B e A. Estes dados sugerem que o teor de proteínas determinado nas bebidas é condicionado pela eficiência e rendimento de extração, nomeadamente pela capacidade de extração de sólidos totais e solúveis. Adicionalmente, comparando a mesma amostra nas diferentes volumetrias, verifica-se que a bebida no volume de 110mL não apresenta teores de proteínas superiores à mesma amostra no volume de 70mL, o que reforça a hipótese de que a capacidade de extração do produto é dependente da circulação de água no interior da cápsula e consequentemente da eficiência de extração. Por outro lado, analisando o teor de proteína na bebida, segundo os respetivos volumes, verifica-se uma quantidade excessiva deste nutriente face à quantidade de sólidos totais para a mesma bebida. Esta análise sugere que o teor de proteínas determinado pelo método de Biureto apresenta uma concentração proteica nas amostras superior ao valor real. Este facto pode ser devido a possíveis substâncias presentes nas amostras interferentes no método, tais como substâncias de amido e glucose, que causam falsos positivos (Zaia, Zaia e Lichtig, 1998). Adicionalmente, a reação do reagente de biureto com as proteínas ocorre de forma mais eficaz em meio alcalino, assim como a sensibilidade do método é mais elevada na região dos 270nm (Zaia, Zaia e Lichtig, 1998).

Tabela 3-16 - Composição química da matéria-prima das amostras, conferida pelos respectivos fornecedores.

Amostra	pH	Proteínas (g)	H.C (g)	Açúcares (g)	Lípidos (g)	Fibra (g)
A	≥ 4,00	6,80	79,50	0,30	0,00g	9,10
B	≥ 4,00	6,50	78,70	0,30	0,20	9,60
C	4,30–5,00	4,80	75,50	25,00	0,10	13,70
D	4,30-5,00	4,40	78,00	29,00	0,10	12,00

*Valores por 100g de produto.

3.2.8 Teor de polifenóis totais

O teor de polifenóis totais foi determinado pelas absorvências dos complexos de cor azul escuro, formados pela reação dos compostos fenólicos com o reagente *Folin-Ciocalteu* (Guo e Beta, 2013). O teor de polifenóis totais das amostras é expresso em ácido gálico (mg GAE/L) e é representado pela figura 17.

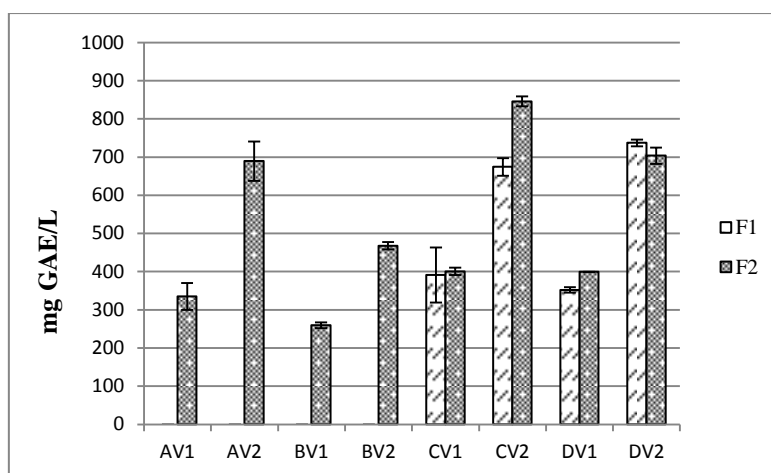


Figura 3-8 – Teor médio de polifenóis totais e respetivo erro padrão, expresso em mg GAE/L das bebidas nas variáveis de filtro e volume.

O teor de polifenóis está relacionado com o processo de torra das amostras, sendo essa relação proporcional. O aumento dos compostos fenólicos deve-se à quebra dos constituintes celulares, causada pelo tratamento térmico. A hidrólise destes compostos resulta no aumento de ácidos fenólicos livres (Gallegos-Infante *et al.*, 2010). Adicionalmente, o conteúdo em compostos fenólicos é também dependente do tipo de grão, preparação da semente e condições do tratamento térmico da cevada (Gallegos-Infante *et al.*, 2010).

A fibra dietética é, o constituinte das plantas, considerado como grande fonte de compostos fenólicos (Guo e Beta, 2013). A tabela 27 destaca as amostras C com maior teor de fibra, sugerindo a mesma amostra com maior teor de polifenóis totais. O que se verifica na figura 17.

A amostra C (considerando todas as variáveis) apresenta um teor de polifenóis totais superior às restantes amostras (577,98 mgGAE/L), sendo coincidente com o seu teor de fibras, mais

concentrado. Segue-se a amostra D (547,92 mgGAE/L), a amostra A (512,16 mgGAE/L) e a amostra B (363,42 mgGAE/L). As duas últimas amostras não apresentam um conteúdo de polifenóis coincidente com o seu teor de fibra, pois a amostra B deveria apresentar um teor de polifenóis superior à amostra A. No entanto, se se considerar o processo de torra como potenciador do teor dos compostos fenólicos, sugere-se que o valor destas substâncias na amostra A possa ser devido a um processo de torra ligeiramente superior ao da amostra B. Uma vez que a análise de pH das amostras sugere o mesmo. Contudo, torras demasiado intensas manifestam um efeito inverso no teor de polifenóis (Duh et al., 2001).

O teor de polifenóis totais, em todas as amostras, revela-se mais elevado no volume de 110mL, para qualquer variável de filtro, o que sugere que o teor de polifenóis presente na bebida é, também, dependente da capacidade de extração do produto. Dessa forma, para uma análise mais precisa sobre o teor destes compostos nas amostras, deveria ser feita uma análise complementar, de determinação à matéria-prima.

A análise de variância do teor de polifenóis totais (tabela 28) das amostras, nas variáveis de filtro e volume não apresenta diferenças significativas entre as amostras, à exceção da variável V2F2. Entre as variáveis, para as amostras individualizadas, verifica-se diferenças significativas, com 95% de confiança, sugerindo, uma vez mais, que o conteúdo de polifenóis na bebida é dependente da capacidade de extração.

Tabela 3-17 - Análise de variância (com $\alpha=0,05\%$) do teor de polifenóis totais (mg GAE/L), das amostras, nas variáveis filtro e volume. Os valores apresentados correspondem aos valores médios do teor de polifenóis e respetivo erro padrão. As letras «a», «b» e «c» indicam diferenças significativas entre as amostras e as letras «r», «s» e «t» indicam diferenças significativas entre as variáveis de filtro e volume.

	V1F1	V2F1	V1F2	V2F2
A	---	---	335,03 \pm 34,838 (a, r)	689,29 \pm 51,696 (b, s)
B	---	---	259,27 \pm 7,492 (a, r)	467,58 \pm 9,552 (a, s)
C	391,19 \pm 72,299 (a, r)	674,19 \pm 23,038 (a, s)	400,72 \pm 9,365 (a, r)	845,84 \pm 12,924 (c, t)
D	351,98 \pm 7,118 (a, r)	736,97 \pm 8,991 (a, s)	399,13 \pm 0,749 (a, r)	703,59 \pm 21,353 (b, c, s)

*V1=70mL, V2=110mL; F1=filtro de 90g/m², F2=sem filtro.

3.2.9 Atividade anti radicalar

A atividade antioxidante é conferida por diversas substâncias bioativas existentes nas amostras, com capacidade de inibição dos radicais livres (Thondre, Ryan e Henry, 2011). Entre os principais componentes ativos da cevada encontram-se as catequinas e seus derivados, tocoferóis e carotenóides, os quais são fortemente afetados pelo processo de torra dos grãos (Duh et al., 2001). O processamento térmico da cevada influencia positivamente o teor de polifenóis e a atividade antioxidante (Gallegos-Infante et al., 2010; Omwamba e Hu, 2010), no entanto, a torras muito intensas este efeito manifesta-se de forma inversa e a cevada fortemente

torrada pode apresentar uma capacidade antioxidante inferior à cevada não processada (Duh et al., 2001). A torras médias, o teor de polifenóis é intensificado, assim como a atividade antioxidante da fração não fenólica, nomeadamente por compostos formados através de reações de *Maillard* (por exemplo, as melanoidinas) (Papetti et al., 2006; Duh et al., 2001).

Analisando os resultados obtidos para a atividade antioxidante das amostras (figura 18) e o respectivo teor de polifenóis totais, verifica-se que os resultados, embora inferiores para a atividade antioxidante, são bastante proporcionais.

As amostras A e B, aparentam ter sofrido uma torra mais intensa que as amostras C e D, por apresentarem um teor de polifenóis e atividade antioxidante inferior às outras amostras.

Para cada variável de volume, não existem diferenças significativas entre variáveis de filtro (tabela 29). A amostra B é estatisticamente diferente das restantes, nas condições V2F2 e é estatisticamente diferente da amostra D na condição V1F2.

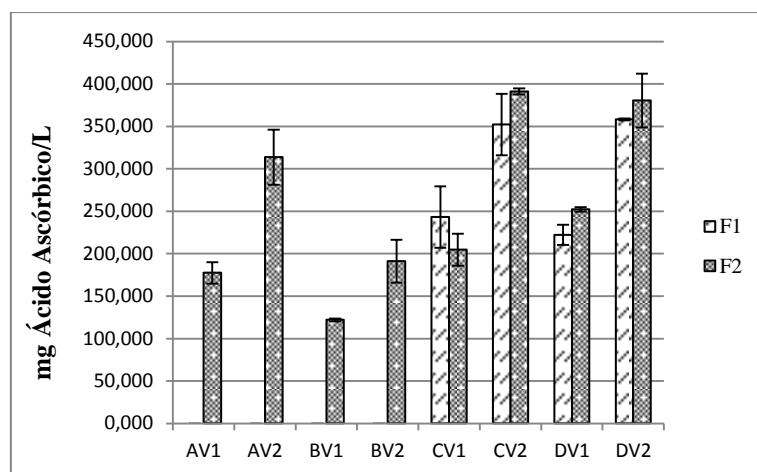


Figura 3-9 - Atividade antiradicalar das bebidas (valores médios e respetivo erro padrão), expressas em equivalentes de ácido ascórbico (mg/L), pelas amostras A, B, C e D.

Tabela 3-18 - Análise de variância (com $\alpha=0,05\%$) da atividade antioxidante das amostras, nas variáveis de filtro e volume. Os valores apresentados representam os valores médios e respetivo erro padrão da atividade antiradicalar das bebidas. As letras «a» e «b» indicam diferenças significativas entre as amostras e as letras «r», «s» e «t» indicam diferenças significativas entre as variáveis de filtro e volume.

Amostra	V1F1	V2F1	V1F2	V2F2
A	---	---	177,369 ± 2,536 (a,b,r)	313,710 ± 32,500 (b,r)
B	---	---	121,976 ± 1,675 (a,r)	191,199 ± 25,212 (a,r)
C	243,146 ± 36,369 (a,r,s)	352,112 ± 36,327 (a,s,t)	204,607 ± 18,939 (a,b,r)	391,122 ± 3,571 (b,t)
D	222,158 ± 11,820 (a,r)	358,176 ± 1,234 (a,s,t)	252,278 ± 2,707 (b,r,s)	380,517 ± 31,596 (b,t)

*V1=70mL, V2=110mL; F1=filtro de 90g/m², F2=sem filtro.

Papetti et al. (2006) avaliaram a atividade antiradicalar, usando o radical livre DPPH, na bebida preparada com cevada natural moída, torrada (220°C) moída e na bebida obtida por cevada

solúvel em pó, comercial, e verificaram que a cevada natural apresentou valores bastante reduzidos (19% de inibição) comparativamente com as amostras torradas. No entanto, a bebida por cevada torrada moída apresentou uma atividade antiradicalar ligeiramente superior (85% de inibição) à bebida por cevada solúvel (77% de inibição). Estes resultados sugerem que a cevada solúvel apresenta algumas perdas de propriedades antioxidantes, comparativamente à cevada torrada moída.

As amostras em estudo apresentam percentagens de inibição do radical livre ABTS entre 58% (amostra CV2F2) e 28% (BV1F2), resultados significativamente inferiores aos obtidos pelos autores, podendo esta diferença estar associada, não só ao diferente método utilizado, mas também a uma possível degradação e alteração das amostras, durante o período de experiências, em que permaneceram refrigeradas por duas semanas.

Adicionalmente, a solubilidade dos compostos fenólicos, condições de processamento do grão, tipo de grão e condições de extração (tipo de solvente) dos compostos, influenciam na avaliação da atividade antioxidante do extrato (Omwamba e Hu, 2010).

A análise química, juntamente com a análise de extração, levou à identificação de alguns constrangimentos inerentes ao funcionamento da cápsula neste tipo de produto, onde a dificuldade primária se prende com o seu tamanho. Contudo, o rendimento de produto a acondicionar no interior da cápsula é reduzido e inferior ao expectável, sendo este facto independente do tamanho da cápsula. Como se verificou através da determinação de sólidos totais e solúveis, a extração destas substâncias não é uniforme entre as extracções da bebida, o que sugere que a circulação de água no interior da cápsula é dificultada. Tal limitação aparenta ser condicionada pela geometria da cápsula (vide figura 5) e sua interação com o circuito de água pela máquina. A estrutura linear da cápsula, aparenta não permitir um escoamento completo da água e consequentemente torna-se muito suscetível à criação de resíduos junto às paredes laterais, uma vez que a perfuração no fundo da cápsula é feita apenas na zona central. Adicionalmente, a colocação da cápsula na máquina de extração é feita de forma perpendicular, conforme se exemplifica na figura 19a, e é possível observar que a circulação de água no seu interior não é uniforme (figura 19b).

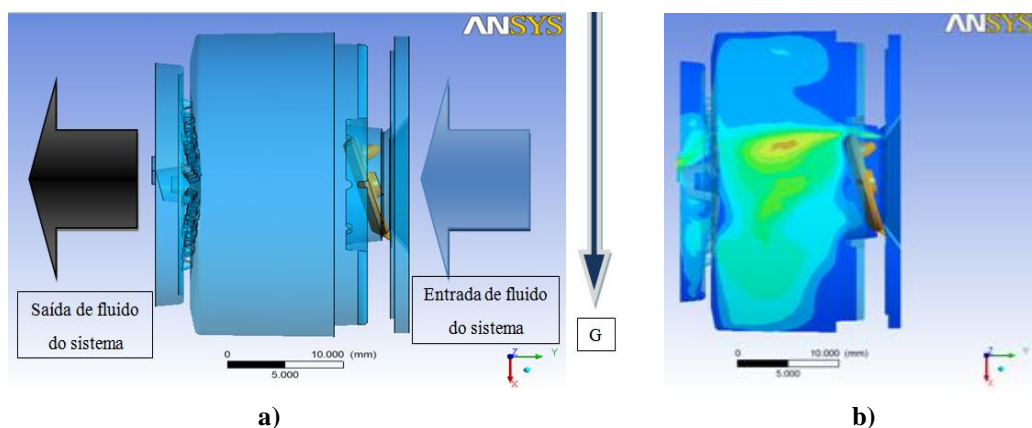


Figura 3-10 – Fluxo de água pela cápsula, no interior da máquina (a) e circulação de água no interior da cápsula (b) (Cravo).

Posto isto, são apresentadas duas sugestões de melhoramento da cápsula com o intuito de minimizar os espaços suscetíveis de acumulação de resíduo no seu interior e permitir a circulação de água por todo o seu volume. Nomeadamente, criar um fundo afunilado que direcione o escoamento do produto para o centro e evite o seu depósito nas laterais, e ainda a colocação de uma película de plástico perfurada, entre a tampa e o café, para que a água seja pulverizada sobre toda a área de produto, a elevada pressão. Para suportar a pressão exercida pela entrada de água e a elevada temperatura da mesma, assim como, evitar transferência de materiais (colas) para o produto alimentar, sugere-se que esta película seja soldada à cápsula. O material constituinte da mesma poderá ser de policloreto de vinilo (PVC) por possuir as características atrás mencionadas e apresentar elevada capacidade barreira à inviolabilidade (Marsh e Bugusu, 2007).

3.3 Análise mineralógica

Os minerais, também designados como nutrientes inorgânicos, representam as cinzas remanescentes após incineração das amostras, até que estas estejam livres de carbono (Newman e Newman, 2008). Da análise mineralógica feita às matérias-primas em estudo, obtivemos a seguinte composição de minerais, descrita na tabela 30.

Os minerais são normalmente divididos em dois grupos, macro e micro elementos, segundo a respetiva concentração na amostra (Newman e Newman, 2008). No caso da cevada, encontram-se dentro dos macro elementos, o cálcio, o cloro, o magnésio, o potássio, o fósforo, o sódio e o enxofre. Nos micro elementos, encontram-se o cobalto, o cobre, o ferro, o manganês, o selénio e o zinco (Newman e Newman, 2008). Todos os micro elementos foram identificados no ensaio, embora a quantidades não quantificáveis. Dos macro elementos, apenas o fósforo, o cálcio e o

enxofre foram identificados e quantificados. O que não representa ausência nas amostras dos restantes macroelementos.

Na biblioteca do programa NITON *Data Transfer* é possível identificar a leitura do magnésio, no espectro, entre 1,254-1,302KeV e do fósforo entre 2,014-2,139KeV, relativamente próximos do pico de deteção do potássio (3,314-3,590KeV). Embora o potássio e o fósforo sejam os minerais mais abundantes na cevada, o valor identificado para o fósforo encontra-se relativamente elevado em relação aos valores descritos na literatura (3500mg/kg) (Newman e Newman, 2008). Estes dados suscitam a possibilidade de o magnésio e o fósforo terem sido detetados (estando presentes na amostra), mas como não se encontram no portfólio do equipamento e estão relativamente próximos do pico do potássio, foram agrupados e quantificados no seu pico espectrofotométrico. Para confirmação da sua presença seria necessário realizar a análise mineralógica por outro método, nomeadamente por espectrofotometria de absorção atómica (Oliveira et al., 2012).

Oliveira et al. (2012) obtiveram valores de 1199,1mg/100g para o fósforo em café de cevada, por espectrofotometria de absorção atómica e verificaram que a concentração de minerais estudada nas amostras de cevada seguem a seguinte ordem $K > P > Mg > Na > Ca > Fe > Mn > Ni > Cr$, onde a proximidade do potássio, fósforo e magnésio reforça a possibilidade dos dois últimos elementos terem sido considerados no pico do potássio.

A variabilidade dos resultados é dependente do processamento industrial das amostras, incluindo a qualidade e composição mineral da água utilizada na industrialização e/ou de fatores inerentes à formação das matérias-primas, como o tipo de solo, uso de fertilizantes com diferentes composições químicas e condições ambientais (Oliveira et al., 2012).

O fósforo é possivelmente o mineral mais importante nas amostras, em termos nutricionais (Newman e Newman, 2008). Está maioritariamente presente sob a forma de ácido fítico, o qual se torna quelante de iões bivalentes como o cálcio, zinco e cobre, tornando-os biologicamente indisponíveis (Newman e Newman, 2008). No entanto, a ingestão de minerais por cada toma de bebida, representa quantidades muito reduzidas de fósforo (0,8% da dose diária recomendada) (Oliveira et al., 2012). Embora os minerais presentes na água utilizada na preparação da bebida possam aumentar o seu conteúdo mineral, o teor por dose é relativamente reduzido (Oliveira et al., 2012).

Pelos espectros das amostras analisadas (figura 20) verifica-se que a composição mineralagógica é muito semelhante entre elas.

Tabela 3-19 - Identificação dos elementos minerais presentes em cada matéria-prima e respetiva concentração (mg/kg).

Elemento	Amostra A	Amostra B	Amostra C	Amostra D
Mo	14.465 ± 2.232	14.093 ± 2.283	12.421 ± 1.935	12.819 ± 2.063
Zr	13.067 ± 1.917	12.235 ± 1.948	11.423 ± 1.653	11.567 ± 1.764
Sr	6.791 ± 1.208	6.388 ± 1.226	5.794 ± 1.030	7.862 ± 1.160
U	4.490 ± 2.840	< LOD : 5.040	< LOD : 3.497	4.314 ± 2.529
Rb	11.761 ± 1.611	47.577 ± 2.547	5.133 ± 1.200	4.649 ± 1.269
Th	< LOD : 2.485	< LOD : 2.720	< LOD : 2.125	< LOD : 2.220
Pb	< LOD : 3.847	< LOD : 4.136	< LOD : 3.349	< LOD : 3.501
Au	< LOD : 5.738	< LOD : 5.480	< LOD : 4.885	< LOD : 5.114
Se	< LOD : 2.767	< LOD : 2.739	< LOD : 2.359	< LOD : 2.493
As	< LOD : 2.451	< LOD : 2.525	< LOD : 2.096	< LOD : 2.243
Hg	< LOD : 6.268	< LOD : 6.550	< LOD : 4.967	< LOD : 5.868
Zn	< LOD : 6.979	< LOD : 7.232	< LOD : 5.777	< LOD : 6.438
W	< LOD : 25.935	49.176 ± 18.806	< LOD : 21.173	33.952 ± 16.351
Cu	26.923 ± 8.935	34.029 ± 9.475	19.771 ± 7.351	29.209 ± 8.360
Ni	< LOD : 21.265	< LOD : 22.117	< LOD : 17.596	< LOD : 20.005
Co	< LOD : 17.476	< LOD : 17.756	< LOD : 14.860	< LOD : 16.550
Fe	< LOD : 23.731	< LOD : 23.879	< LOD : 19.389	< LOD : 22.821
Mn	< LOD : 31.889	< LOD : 31.114	< LOD : 26.366	< LOD : 28.330
Cr	< LOD : 12.224	< LOD : 11.856	< LOD : 12.866	< LOD : 12.309
V	< LOD : 10.558	< LOD : 10.756	< LOD : 11.135	< LOD : 10.868
Ti	< LOD : 28.185	< LOD : 29.239	< LOD : 30.819	< LOD : 30.054
Sc	< LOD : 17.059	< LOD : 16.338	< LOD : 19.086	< LOD : 19.251
Ca	1582.268 ± 81.017	1570.266 ± 80.770	1885.572 ± 89.584	2160.864 ± 90.091
K	21768.549 ± 251.263	22877.783 ± 253.562	22905.301 ± 270.414	23487.074 ± 265.249
S	940.917 ± 197.967	969.151 ± 196.225	1251.790 ± 228.749	1358.615 ± 222.223
Ba	< LOD : 29.224	< LOD : 30.089	< LOD : 26.808	< LOD : 28.573
Cs	< LOD : 6.645	< LOD : 6.853	< LOD : 6.076	< LOD : 6.501
Te	< LOD : 19.431	< LOD : 19.959	< LOD : 17.956	< LOD : 19.054
Sb	< LOD : 6.898	< LOD : 7.210	< LOD : 6.435	< LOD : 6.824
Sn	< LOD : 6.640	< LOD : 6.871	< LOD : 6.162	< LOD : 6.465
Cd	< LOD : 6.547	< LOD : 6.685	< LOD : 6.000	< LOD : 6.316
Ag	< LOD : 10.243	< LOD : 10.499	< LOD : 9.386	< LOD : 9.991
Pd	< LOD : 6.328	< LOD : 6.382	< LOD : 6.037	< LOD : 6.356

*Os elementos sublinhados a verde identificam os macro elementos e os minerais sublinhados a vermelho identificam os micro elementos.

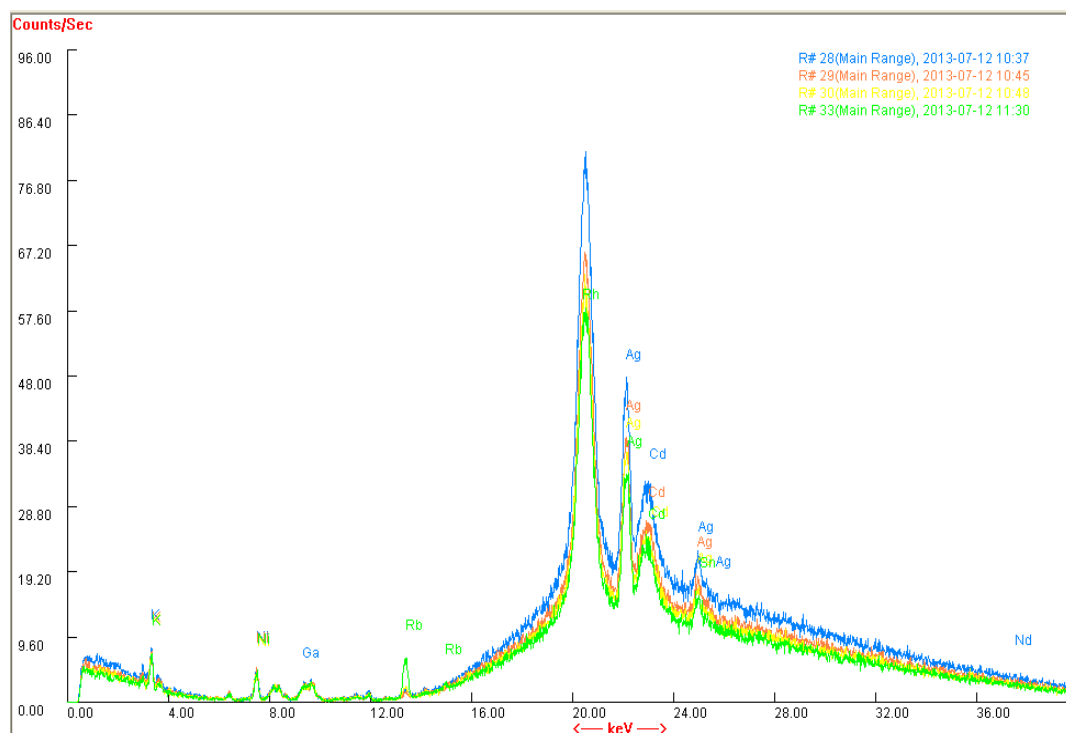


Figura 3-11 - Espectro das quatro amostras, onde **R#30** representa a amostra A, **R#33** representa a amostra B, **R#28** representa a amostra C e **R#29** representa a amostra D.

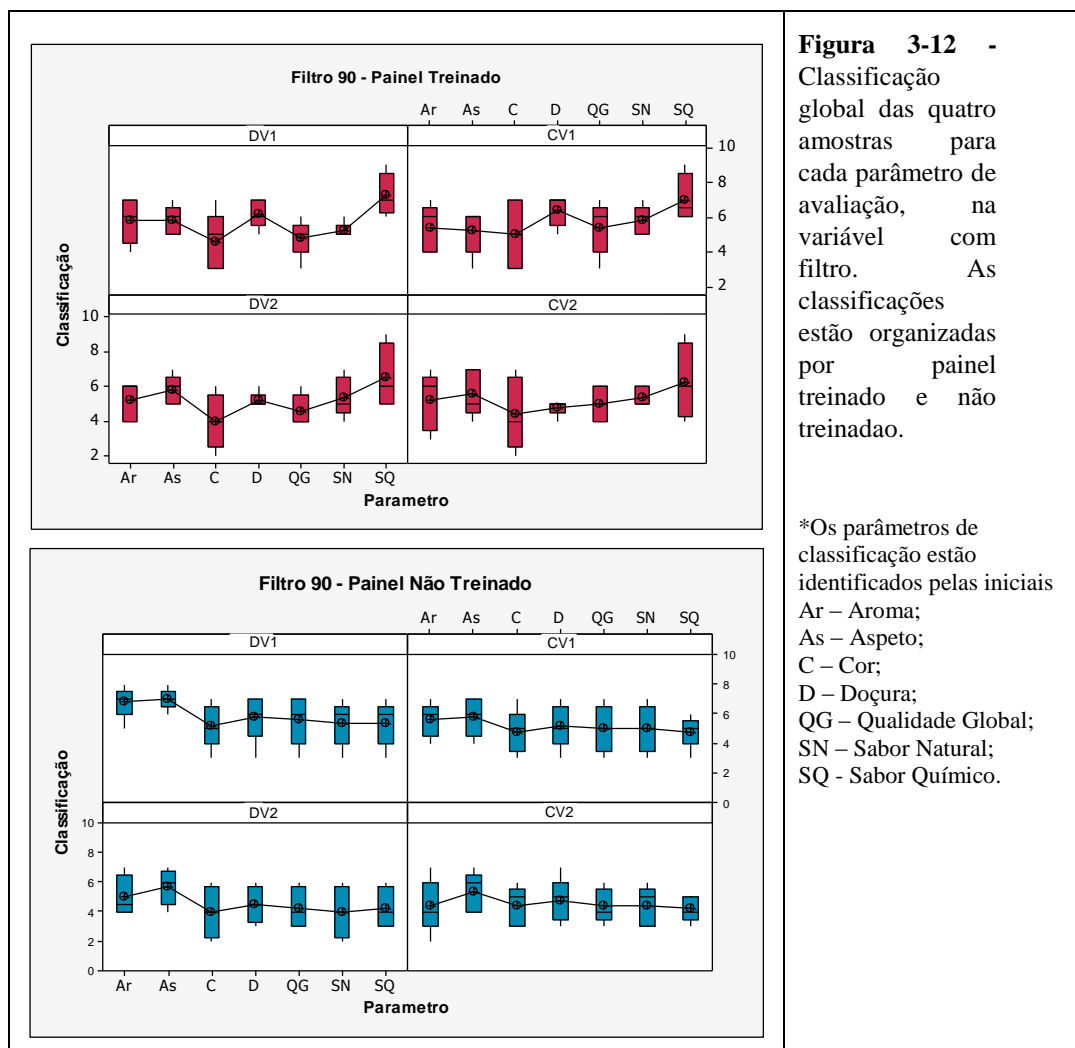
3.4 Análise sensorial

Durante a extração das bebidas para prova sensorial anotou-se o tempo de extração de cada uma, tendo-se obtido um período médio de 22 segundos para a bebida de 70mL e 33 segundos para a bebida de 110mL. Na bebida mais longa, surge uma quebra de rendimento a partir dos 28 segundos, em média, o que corresponde um bom rendimento até 80mL no seu máximo.

A avaliação das amostras segundo cada parâmetro sensorial, de cada painel de provadores (treinado e não treinado) está apresentada na figura 21. A classificação média dos resultados sensoriais das amostras, na variável com filtro de 90g/m², está apresentada igualmente por painel na figura 22. A avaliação global das amostras, para a variável sem filtro está representada na figura 23.

A classificação média de cada parâmetro para cada amostra na variável sem filtro está representada na figura 24. A classificação média global das amostras na variável com filtro e sem filtro é apresentada pela figura 25.

A figura 26 fornece as avaliações individuais dos provadores treinados e não treinados, de cada amostra, para a variável com filtro 90g/m², mostrando as diferenças na avaliação, entre os painéis. A mesma informação para a variável sem filtro é apresentada na figura 27.



A figura 21 permite verificar que o parâmetro “corpo” apresenta maior variabilidade entre o painel treinado, em relação ao painel não treinado, sendo maior nas amostras CV1 e CV2. Tal facto sugere que o painel treinado para café, avaliou esta bebida segundo a memorização e padronização deste parâmetro estabelecido para o café.

O corpo da bebida é conferido essencialmente por sólidos em suspensão que, para além de contribuírem na sensação de corpo da bebia, favorecem o seu sabor (Gloess et al., 2013; Andueza et al., 2002). Adicionalmente, o teor de lípidos existente na constituição do grão de café contribui para a cremosidade da bebida que por sua vez confere textura à mesma (Andueza et al., 2007). A cevada, uma vez solúvel, apresenta um teor de sólidos insolúveis muito reduzido, além da composição baixa em lípidos (tabela 28), é um produto naturalmente com pouco corpo e dessa forma a avaliação deste parâmetro deve ser adequada.

O painel não treinado apresentou menor variabilidade na avaliação das amostras, talvez pelo facto de não ter um padrão estabelecido para qualquer um dos parâmetros, ao contrário do painel treinado.

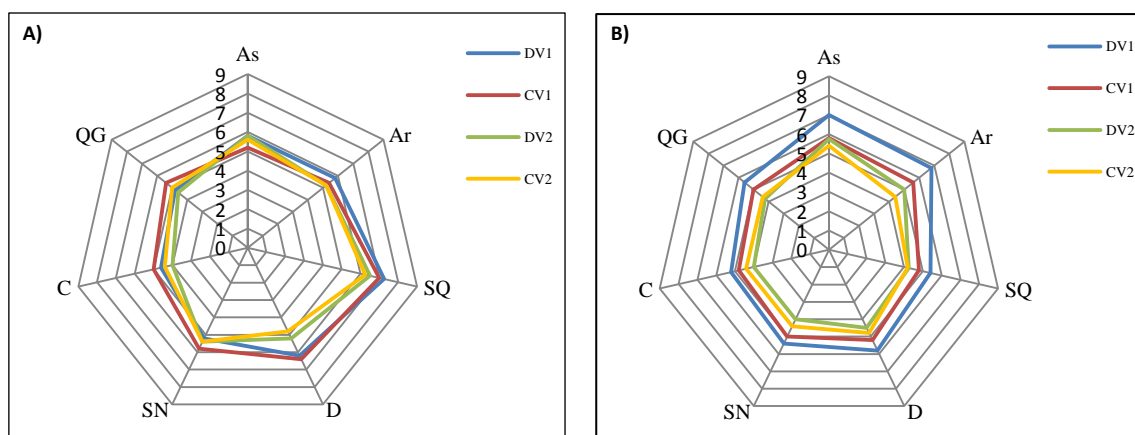


Figura 3-13 - Avaliação média de cada amostra, na variável com filtro de 90g/m², segundo o painel treinado (A) e não treinado (B). Os parâmetros estão identificados pelas iniciais As – Aspecto; Ar – Aroma; SQ – Sabor químico; D – Doçura; SN – Sabor natural; C – Corpo; QG – Qualidade global.

A figura 22 permite identificar qual a amostra com maior classificação entre cada painel, na variável de filtro de 90g/m², segundo cada parâmetro em particular. No entanto, dentro do painel treinado, as amostras DV1 e CV1 (volume de 70mL) apresentam classificações muito semelhantes, embora a amostra CV1 apresente ligeiramente maior “doçura”, “sabor natural”, “corpo” e “qualidade global”. Para as amostras de maior volume (DV2 e CV2) verifica-se a mesma proximidade de classificação, entre amostras. Contudo, o volume de 70mL apresenta maior aceitação por parte dos analistas.

Na avaliação do painel não treinado verifica-se que a amostra DV1 apresenta melhores características em todos os parâmetros, e com maior distinção em relação às outras bebidas. No entanto, a mesma matéria-prima no volume maior (DV2) teve resultados inferiores. O mesmo acontece com a amostra CV2, indicando uma maior preferência pela bebida mais curta. Estes resultados colocam em questão o conceito de bebida longa, para esta variável de filtro.

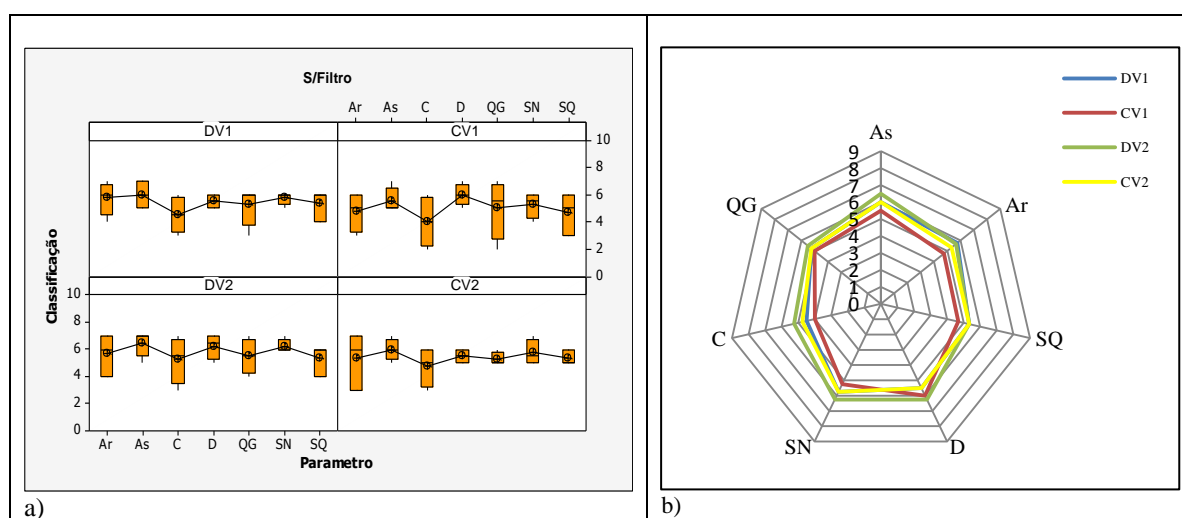


Figura 3-14 - Avaliação global (a) e classificação média (b) das amostras, para a variável sem filtro .

A figura 23 revela uma menor variabilidade para o parâmetro “corpo”, nas quatro amostras, sugerindo que o painel criou um registo acerca do corpo desta bebida, na primeira prova com a variável filtro de 90g/m² e teve em consideração a natural ausência de corpo da bebida, sendo mais consensual sobre este parâmetro, agora já conhecido. Por outro lado, a variável sem filtro permite uma maior passagem de substâncias solúveis e insolúveis da matéria-prima para a bebida, tornando-a mais concentrada. Dessa forma, esta variável pode induzir um melhoramento do corpo da bebida e isso ser perceptível pelos provadores.

No mesmo sentido de concentração da bebida, ocorre também uma alteração do aroma, através da maior libertação de compostos voláteis. A figura 23 sugere que esta alteração foi perceptível pelos provadores, notando-se menor variabilidade (embora pouco pronunciada) neste parâmetro, comparativamente à variável com filtro.

Adicionalmente, a figura 23 apresenta uma inversão dos resultados descritos na variável com filtro, revelando uma maior aceitação para as bebidas de volume maior (110mL). Tal facto é sugerido pela maior concentração da bebida nesta variável, o que sugere que os provadores não apreciam uma bebida demasiado intensa e optam pela condição que torna a bebida mais “equilibrada”. No entanto, através da média das classificações das amostras para esta variável (figura 24b) é possível verificar que o painel classificou de maneira muito semelhante a bebida longa e curta, para a amostra D, o que sugere que na variável sem filtro é possível criar uma bebida curta ou uma bebida longa, com boa aceitação.

Na variável com filtro, os provadores do painel treinado e não treinado, classificam de igual modo as amostras CV2 e DV2 (matérias-primas diferentes, volume 110mL) (figura 24^a). O mesmo acontece nas amostras CV1 e DV1 (volume 70mL), apenas no painel treinado, embora a classificação seja ligeiramente superior que as duas primeiras. Por sua vez, o painel não treinado distingue claramente a amostra DV1 com a melhor classificação média. Dessa forma, sugere-se que a amostra D no volume 70mL para a variável com filtro apresenta melhores resultados. Contudo, as amostras não são estatisticamente diferentes entre si, com uma confiança de 95% (de acordo com a tabela 32).

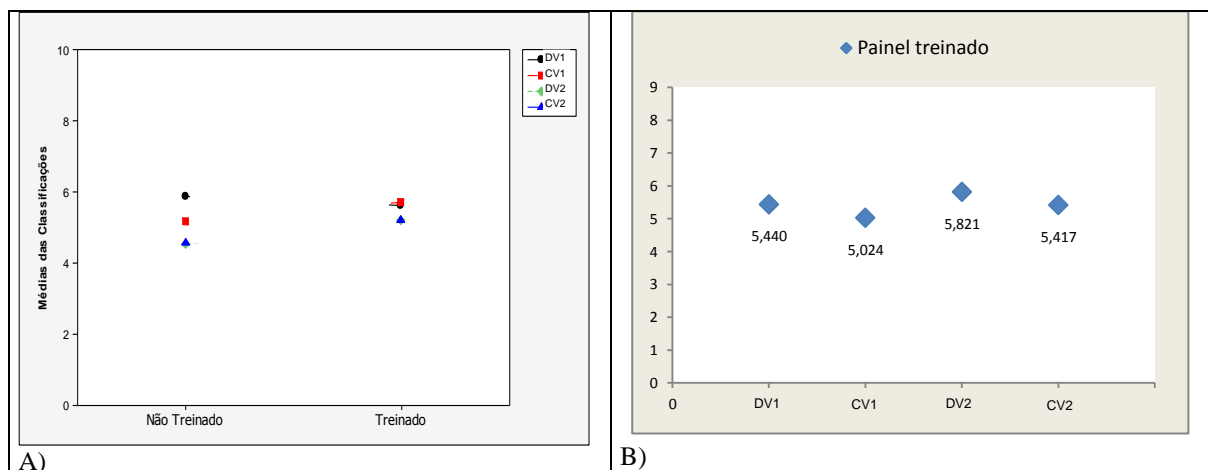


Figura 3-15 - Classificação média global das amostras, para a variável com filtro (A) e sem filtro (B).

No desenvolvimento de novos produtos, a validação do painel de provadores representa um contributo importante na criação de produtos de qualidade. A figura 25 e 26 fornecem informação sobre a avaliação dos provadores, treinados e não treinados, individualmente.

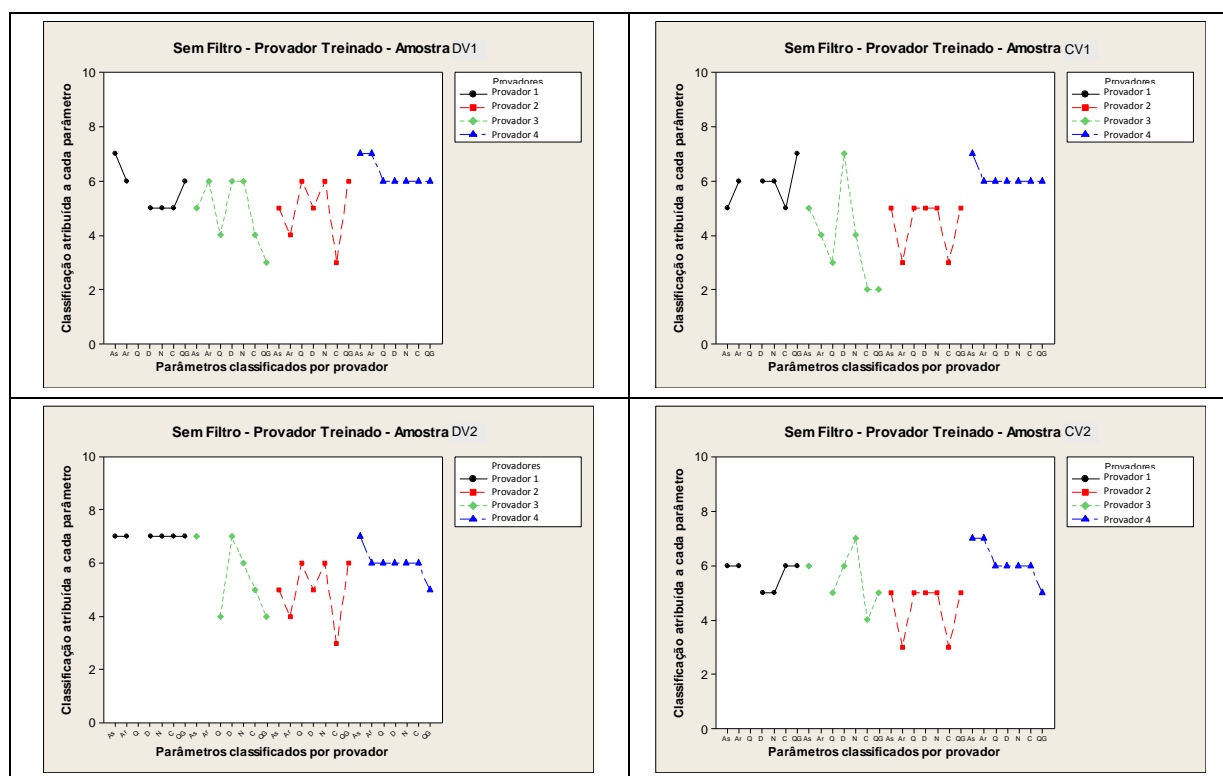
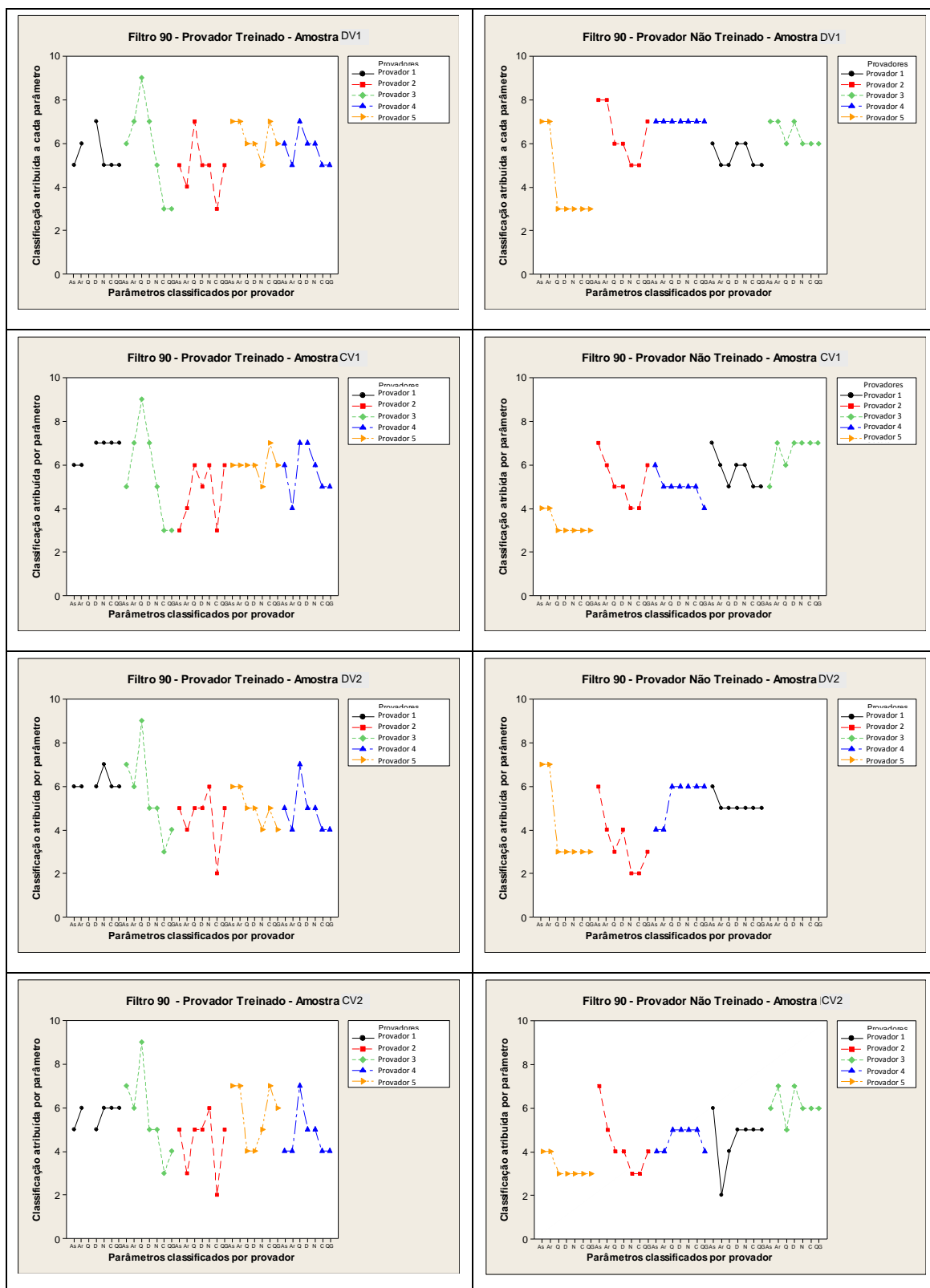


Figura 3-16 - Avaliações individuais dos provadores treinados, para cada amostra, na variável sem filtro.



Na variável sem filtro (figura 25), verifica-se menor variabilidade entre os provadores. No entanto, observa-se que o provador 4 criou, também, patamares de avaliação, o que aparenta cansaço por parte do analista e a sua prova não foi aprimorada.

Na figura 26 verifica-se que dentro do painel treinado, provador 3 apresenta uma grande amplitude nas suas avaliações, o que causa grande variabilidade nas respostas médias globais do painel. Por outro lado, os provadores não treinados criam muitos patamares de avaliação, principalmente os provadores 4 e 5, o que pode indicar dificuldade na avaliação de cada parâmetro, ou que a avaliação pode ter sido feita segundo o primeiro impacto com a bebida.

Sabendo que as condições de extração do café influenciam a sua qualidade sensorial, (Andueza et al., 2002), avaliou-se através da análise de variância, se as condições em estudo apresentam diferenças significativas nos parâmetros sensoriais analisados (tabela 31). As amostras com a letra «a» não apresentam diferenças significativas, assim como as variáveis com a letra «r». Os dados da tabela 31 sugerem que as matérias-primas em estudo apresentam características sensoriais estatisticamente semelhantes entre si, assim como as variáveis de filtro e volume.

Tabela 3-20 - Análise de variância (com $\alpha=0,05\%$) das amostras nas variáveis filtro e volume para cada parâmetro de análise. Os valores apresentados correspondem à pontuação média e respetivo erro padrão, de cada parâmetro sensorial. As letras «a» e «r» indicam as diferenças significativas entre as amostras e entre as variáveis de filtro e volume, respetivamente.

Parâmetro	Amostra	V1F1	V2F1	V1F2	V2F2
Aspecto	C	5,6±0,419 (a, r)	5,4±0,419 (a, r)	5,6±0,419 (a, r)	5,4±0,419 (a, r)
	D	6,3±0,314 (a, r)	5,8±0,305 (a, r)	6,3±0,314 (a, r)	5,8±0,305 (a, r)
Aroma	C	5,3±0,351 (a, r)	4,6±0,500 (a, r)	5,3±0,351 (a, r)	4,6±0,500 (a, r)
	D	6,2±0,409 (a, r)	5,1±0,367 (a, r)	6,2±0,409 (a, r)	5,1±0,367 (a, r)
Sabor químico	C	4,8±0,631 (a, r)	4,1±0,571 (a, r)	4,8±0,631 (a, r)	4,1±0,571 (a, r)
	D	5,3±0,723 (a, r)	4,4±0,636 (a, r)	5,3±0,723 (a, r)	4,4±0,636 (a, r)
Doçura	C	5,7±0,416 (a, r)	4,6±0,228 (a, r)	5,7±0,416 (a, r)	4,6±0,228 (a, r)
	D	5,9±0,399 (a, r)	4,9±0,292 (a, r)	5,9±0,399 (a, r)	4,9±0,292 (a, r)
Sabor natural	C	5,2±0,378 (a, r)	4,8±0,343 (a, r)	5,2±0,378 (a, r)	4,8±0,343 (a, r)
	D	5,2±0,343 (a, r)	4,8±0,491 (a, r)	5,2±0,343 (a, r)	4,8±0,491 (a, r)
Corpo	C	4,7±0,497 (a, r)	4,2±0,516 (a, r)	4,7±0,497 (a, r)	4,2±0,516 (a, r)
	D	4,8±0,491 (a, r)	4,0±0,497 (a, r)	4,8±0,491 (a, r)	4,0±0,497 (a, r)
Qualidade global	C	5,0±0,444 (a, r)	4,6±0,319 (a, r)	5,0±0,444 (a, r)	4,6±0,319 (a, r)
	D	5,1±0,457 (a, r)	4,4±0,355 (a, r)	5,1±0,457 (a, r)	4,4±0,355 (a, r)

Através da análise estatística multivariada, verifica-se que não é possível individualizar os atributos sensoriais para a criação de *Clusters*, na CP1, conforme se observa na figura 27. No entanto, observa-se que os parâmetros “aspeto” e “aroma” distanciam-se dos restantes parâmetros, na CP2, cujo peso na avaliação também é distinto.

No que diz respeito às amostras verifica-se que para o volume de 110mL, C e D formam agrupamentos na mesma variável de filtro, o que sugere que nestas condições apresentam

comportamentos semelhantes em termos sensoriais. Embora no CP2, a bebida CV2F1 se diferencie da bebida DV2F1, essa diferença é relativamente pequena (12%) e dada a proximidade do eixo, considerou-se o mesmo agrupamento para as duas bebidas em causa (figura 28). Os agrupamentos atrás referidos apresentam uma diferença entre si na CP1 de 79%, sugerindo que a variável de filtro tem influência nos aspectos organoléticos das bebidas. No volume de 70mL, as matérias-primas são agrupadas com diferentes condições de filtro, o que sugere que a qualidade das bebidas para este volume é semelhante nas duas variáveis. Relativamente à análise de dendogramas é possível identificar quais os atributos sensoriais que mais se distanciam do conjunto, assim como as amostras com maior distância de Euclides entre elas, de acordo com a figura 29 a) e b), respetivamente.

O “aspeto”, o “corpo” e o “aroma” das bebidas apresentam uma influência diferenciada dos restantes atributos na avaliação sensorial. Assim como o “sabor químico” e a “qualidade global” são as características com maior proximidade na qualidade organolética.

As bebidas DV2F1 e CV2F1 apresentam características sensoriais mais distintas das outras bebidas e muito semelhantes entre si.

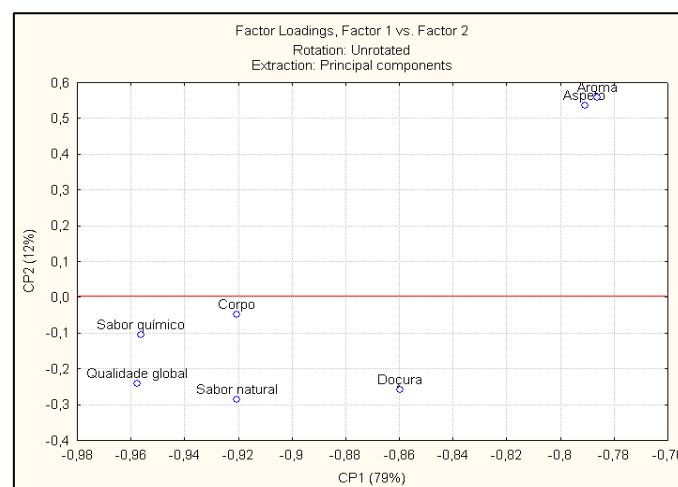


Figura 3-18 - Identificação gráfica dos componentes principais na análise estatística dos atributos sensoriais.

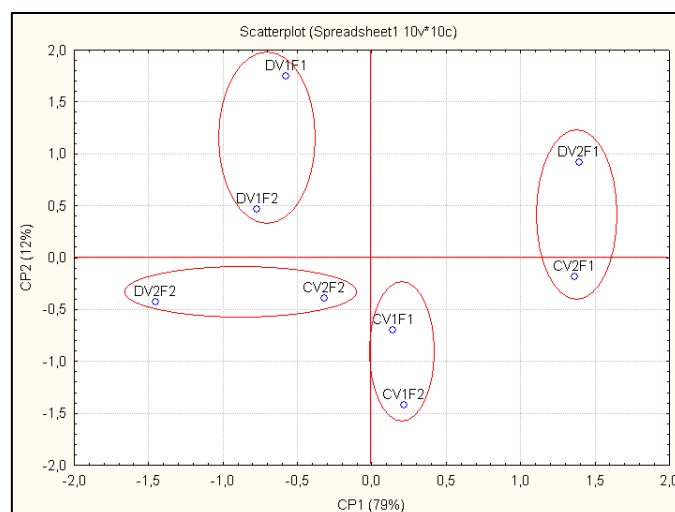


Figura 3-19 - Identificação dos componentes principais na análise estatística das amostras, com a individualização de grupos.

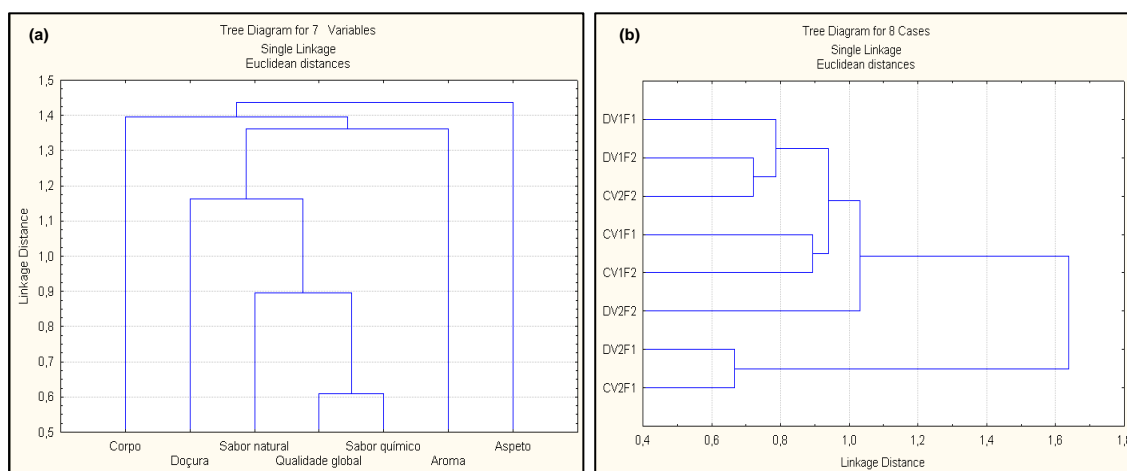


Figura 3-20 - Dendrograma das variáveis (a) e casos (b) em estudo.

3.4.1 Estudo de mercado

A análise de mercado foi efetuada para o formato DeltaQ (cápsula) apenas na variável com filtro, uma vez que para o volume mais baixo em estudo (70mL) foi a variável com melhores indicações por parte dos provadores. Os resultados obtidos do produto concorrente líder de mercado estão apresentados na figura 30.

Os dados estatísticos do produto de referência foram comparados com o melhor resultado das amostras em estudo, nas mesmas condições e estão apresentados na figura 31.

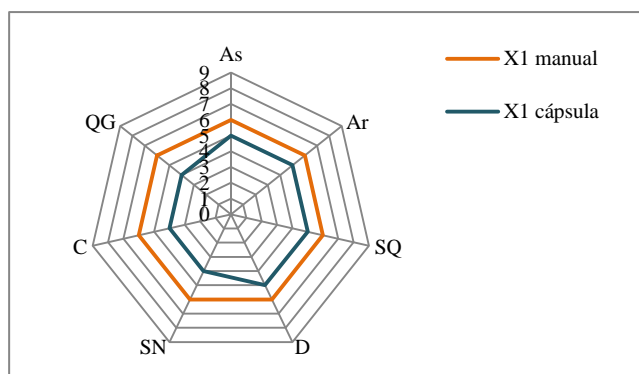


Figura 3-21 - Análise sensorial do produto de referência no mercado.

É notória a forte preferência dos provadores pela bebida preparada manualmente, o que seria expectável devido à incapacidade de rendimento total por parte da cápsula. Contudo, a comparação dos resultados obtidos no estudo de mercado com os resultados da amostra com melhor prestação nas mesmas condições de filtro e volume (DV1F1), revelam uma melhor classificação para a matéria-prima em estudo do que o produto concorrente preparado em cápsula (conforme figura 31). Este facto sugere que os resultados obtidos da preparação em cápsula do produto concorrente também são dependentes da solubilidade do produto e respectiva interação com o material.

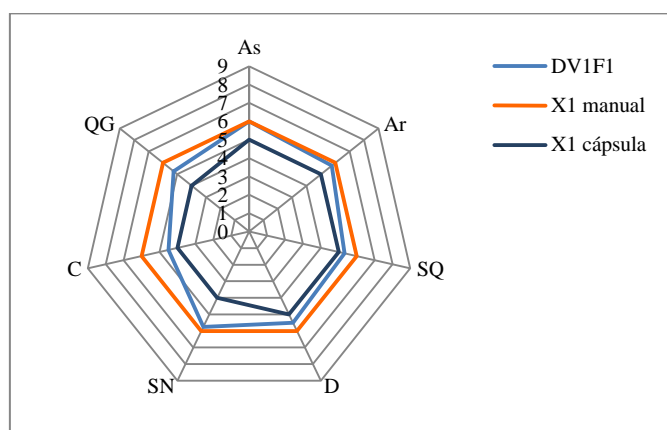


Figura 3-22 - Comparação da bebida do produto concorrente, obtida em formato DeltaQ, obtida segundo as instruções do fabricante e a amostra em estudo com melhor resultado na análise sensorial.

3.5 Teste de consumidor

Dos 50 participantes no teste de consumidor, a grande maioria pertencia à região centro de Portugal. A amostragem foi constituída por 63,27% de homens e 36,73% de mulheres, com idades compreendidas entre os 25 e 35 anos na sua maioria, conforme representado na figura 32. A avaliação do perfil de consumidor para a gama de bebidas quentes, dos participantes, revela

que a população em estudo é maioritariamente consumidora de café, tendo como preferência a sua toma após o almoço (44,90%) e ao pequeno-almoço (25%).

Embora, a maioria dos participantes não se enquadrem na faixa etária do público-alvo deste produto, 48,98% dos inquiridos afirmou consumir ou que consumiu em algum momento, sucedâneos de café, como a cevada, chicória ou outros, preferencialmente ao pequeno-almoço (40,82%).

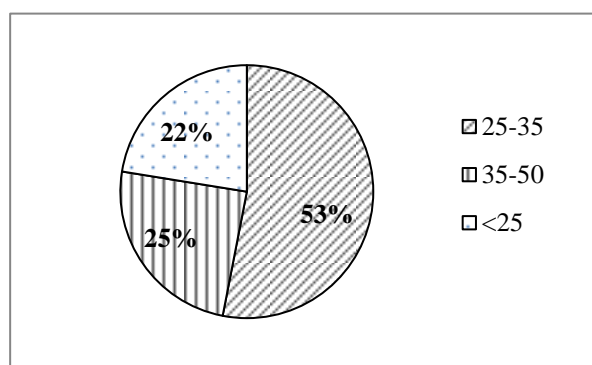


Figura 3-23 - Representação etária dos participantes no teste de consumidor.

Os resultados obtidos da prova organolética manifestam uma grande coincidência na avaliação, para as bebidas do mesmo volume, independentemente da variável de filtro, sendo esta observação mais notável nas bebidas curtas, conforme figura 33. Nas bebidas de 110mL verifica-se uma maior pontuação para o aroma, aparentemente conferido pelo aumento de volume, uma vez que proporciona a libertação de mais compostos voláteis devido ao maior tempo de extração. Embora as bebidas de 110mL tenham obtido maior pontuação que as bebidas curtas, as amostras não apresentam diferenças significativas entre si, em todos os parâmetros, à exceção do aroma, conforme se verifica através da análise de variância (ANOVA) de fator único, com 95% de confiança (tabela 32). No entanto, verifica-se uma preferência sequencial das bebidas ($DV2F2 > DV2F1 > DV1F1 > DV1F2$), onde a variável sem filtro prevalece na bebida longa.

A preferência pelas bebidas longas observada pela avaliação sensorial dos provadores, foi constatada pelo questionário, onde 49% dos inquiridos afirmaram gostar mais das bebidas de maior volume (figura 34).

O pequeno-almoço é o momento de consumo com maior apetência pelos provadores para este tipo de bebida. E dessa forma, 34,69% adicionaria leite ao produto. Adicionalmente, os participantes consideram o conceito da bebida apropriado para consumo «após o jantar» (16,33%) e «à tarde» (12,24%), o que sugere uma boa alternativa ao consumo elevado de café a «qualquer momento», manifestado pelo grupo (16,33%).

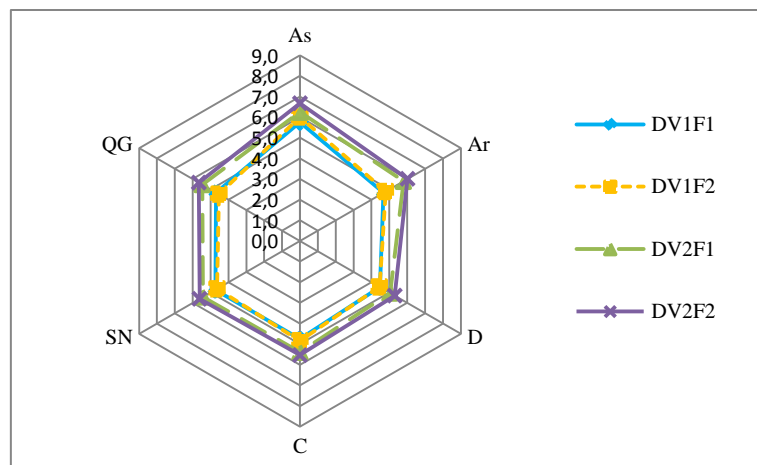


Figura 3-24 - Avaliação dos atributos sensoriais das respectivas bebidas.

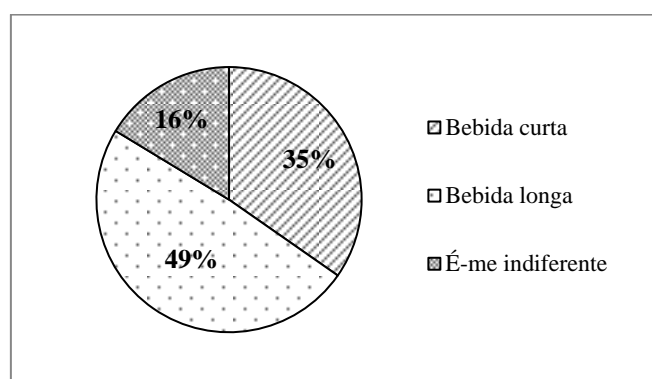


Figura 3-25 - Avaliação do conceito da bebida por parte dos provadores.

Tabela 3-21 - Pontuação média e respetivo erro padrão de cada parâmetro sensorial para cada amostra, obtidos pelo painel de provadores. As letras «a» e «b» indicam as respetivas diferenças significativas entre as amostras.

	DV1F1	DV1F2	DV2F1	DV2F2
Aspeto	5,76±0,197 (a)	6,00±0,204 (a)	6,24±0,203 (a)	6,67±0,222 (a)
Aroma	4,67±0,228 (a)	4,80±0,240 (a, b)	5,80±0,216 (a, b)	6,02±0,232 (b)
Doçura	4,47±0,268 (a)	4,45±0,235 (a)	5,04±0,225 (a)	5,31±0,257 (a)
Corpo	4,76±0,249 (a)	4,84±0,230 (a)	5,39±0,221 (a)	5,53±0,242 (a)
Sabor natural	4,73±0,243 (a)	4,63±0,262 (a)	5,43±0,229 (a)	5,61±0,263 (a)
Qualidade global	4,69±0,235 (a)	4,53±0,247 (a)	5,47±0,227 (a)	5,65±0,262 (a)

Contudo, embora a preparação da bebida em cápsula apresente vantagens para os provadores (65,31%), 57% dos inquiridos manifestou uma opinião negativa à compra do produto, conforme se verifica na figura 35.

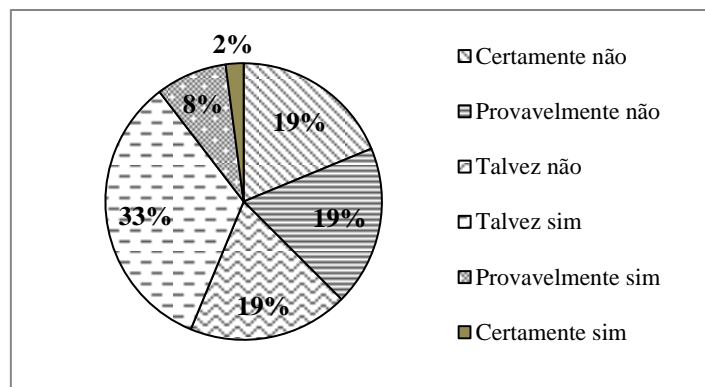


Figura 3-26 - Propensão de compra do produto pelos provadores.

Posto isto e de acordo com as observações dadas pelo grupo, sugere-se que o produto não apresenta a qualidade expectável pelos provadores para um café de cevada. Revela pouco corpo e textura, que inevitavelmente é comparado ao mesmo atributo dado pelo café. Também o conceito inovador da bebida apresenta alguma dificuldade de penetração na cultura de consumo do produto, uma vez que atualmente, o mesmo produto (cevada solúvel) é comercializado no mercado para preparação com leite, o que confere outras propriedades sensoriais à bebida final. No entanto, as bebidas curtas também revelaram resultados pouco interessantes quanto ao atributo “corpo”, o que sugere que o produto deve ser trabalhado neste sentido. Uma das alternativas sugeridas passa pela adição de β -glucanos de aveia, uma vez que conferem cremosidade ao produto, pela sua propriedade espessante (Burkus e Temelli, 2000). Adicionalmente, esta aplicação permite um incremento do valor nutricional da bebida, uma vez que aumenta a sua atuação benéfica na saúde do consumidor (Brennan e Cleary, 2005), conforme foi referido anteriormente.

4 Conclusão

O desenvolvimento de novos produtos na indústria alimentar permite criar produtos inovadores em termos tecnológicos mas também nutricionais, criando alimentos que contribuem para a saúde dos consumidores. São cada vez mais os produtos funcionais disponíveis no mercado, sendo que o consumidor dispõe de uma gama de produtos benéficos à saúde, cada vez mais alargada. Para além do conhecimento das necessidades do consumidor, a definição do público-alvo é importante quando se pensa em criar um novo produto.

Ao longo do desenvolvimento do novo produto, são inúmeras as áreas envolvidas à criação do mesmo, sendo a análise sensorial a de maior importância, uma vez que permite direccionar o produto para o sucesso. É através da análise sensorial que se obtêm indicações sobre as características do produto e a qualidade do mesmo. No entanto, o recurso a painéis treinados na avaliação sensorial de um novo produto, pode não apresentar vantagens em relação aos painéis não treinados, uma vez que os provadores têm os seus sentidos “programados” para o produto sobre o qual estão treinados e dessa forma podem não prestar indicações fidedignas.

Adicionalmente, o teste de consumidor permite estimar a aceitação do produto no mercado e prever a sua aceitação ou fornecer indicações de melhoria.

Através da análise química é possível determinar e quantificar o valor nutricional do produto, assim como avaliar as condições de processamento e a sua capacidade e qualidade.

Com a análise química efetuada, observa-se uma grande ineficiência de extração do produto em cápsula para a bebida, o que se traduz num desperdício económico e fraco rendimento para a empresa. Essa ineficiência de extração aparenta dever-se à geometria da cápsula, que se sugere ser inadequada para este tipo de produtos (solúveis).

Por outro lado é possível verificar um significativo valor nutricional do produto, principalmente devido às fortes propriedades nutricionais da cevada. Embora o processo tecnológico de obtenção de café solúvel danifique algumas das propriedades do alimento, o café de cevada apresenta características interessantes para consumo.

No projeto em estudo, a avaliação da melhor variável de filtro e volume foi determinada pelo teste de consumidor, onde se verificou uma maior preferência pela bebida longa (110mL) na variável sem filtro. Por sua vez, na bebida curta, a variável com filtro revela maior aceitação. No entanto, as variáveis de filtro em estudo não desenvolvem atributos sensoriais à bebida, estatisticamente diferentes.

Apesar de 33% dos participantes no teste de consumidor manifestarem susceptibilidade de compra do produto, a sua qualidade não corresponde ao expectável pelo grupo de provadores. A bebida revela pouco corpo (quer no volume de 70mL, quer no volume de 110mL), pelo que se recomenda a adição de um espessante, nomeadamente β -glucanos de cevada ou aveia. Para além

de conferir cremosidade à bebida e consequentemente melhorar a sua textura, incrementa o valor nutricional da mesma, uma vez que os β -glucanos têm uma ação benéfica na saúde dos consumidores.

Após o aperfeiçoamento do produto em termos sensoriais e concluída a sua formulação é necessário criar um plano industrial a fim de avaliar a introdução de uma linha de produção na fábrica, de modo a que cumpra os requisitos exigidos pela cadeia de segurança alimentar (o que exige um reajustamento do plano de HACCP atualmente implementado). É necessário avaliar a entrada do produto em linha de produção, de acordo com as propriedades tecnológicas do mesmo, uma vez sendo um produto altamente higroscópico, a linha de produção deve ser isolada do ambiente (ar e umidade) e com temperatura controlada. Deve também ser equacionada a variável sem filtro em produção (o que requer uma nova operação a aplicar em fábrica).

Para a introdução de venda do produto no mercado, sugere-se que seja planeada uma estratégia de *marketing* que inclua uma embalagem atraente, com rotulagem nutricional do tipo 2 (segundo política interna da empresa), com ênfase às propriedades nutricionais do produto.

Como parte do planeamento de desenvolvimento de novos produtos, o preço do produto deve ser equacionado segundo os seus custos de produção, de logística e *marketing*, os quais são da inteira responsabilidade da NovaDelta Cafés, S.A.

5 Referências bibliográficas

- Ajandouz E.H., Tchiakpe L.S., Dalle Ore F., Benajiba A. e Puigserver A. (2001) Effects of pH on Caramelization and Maillard Reaction Kinetics in Fructose-Lysine Model Systems. *Journal of Food Science*, 66, 926-931.
- Albanese D., Di Matteo M., Poiana M. e Spagnamusso S. (2009) Espresso coffee (EC) by POD: Study of thermal profile during extraction process and influence of water temperature on chemical-physical and sensorial properties. *Food Research International*, 42, 727-732.
- Andueza S., Maeztu L., Dean B., de Peña M.P., Bello J. e Cid C. (2002) Influence of water pressure on the final quality of Arabica espresso coffee. Application of multivariate analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 7426-7431.
- Andueza S., Maeztu L., Pascual L., Ibáñez C., de Peña M.P. e Cid C. (2003) Influence of extraction temperature on the final quality of espresso coffee. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83, 240-248.
- Andueza S., Vila M.A., de Peña M.P. e Cid C. (2007) Influence of coffee/water ratio on the final quality of espresso coffee. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87, 586-592.
- Asare E.K. (2011) Characterization of barley (*Hordeum vulgare* L.) with altered carbohydrate composition. Tese apresentada ao Colégio de Pós-Graduação e Pesquisa em cumprimento parcial dos requisitos para o Grau de Doutor em Filosofia do Departamento de Ciências Vegetais da Universidade de Saskatchewan Saskatoon, Canadá.
- Asare E.K., Jaiswal S., Maley J., B_aga M., Sammynaiken R., Rossnagel B.G. e Chibbar R.N. (2011) Barley Grain Constituents, Starch Composition, and Structure Affect Starch in Vitro Enzymatic Hydrolysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59, 4743-4754.
- Baik B.-K. e Ullrich S.E. (2008) Barley for food: Characteristics, improvement, and renewed interest. *Journal of Cereal Science*, 48, 233-242.
- Barbero R., Cuadra D. e Domingo J. (2011) Analysis of an espresso capsule design using CFD techniques. Analysis-DSC, Dynamic and Security Computations. Technical report, pp.2-77.
- Behera S., Nagarajan S e Rao L.J.M. (2004) Microwave heating and conventional roasting of cumin seeds (*cuminum cyminum* L.) and effect on chemical composition of volatiles. *Food Chemistry*, 87, 25-29.
- Belitz H.-D., Grosch W. e Schieberle P. (2009). Amino acids, Peptides, Proteins. Em: Belitz H.-D., Grosch W. e Schieberle P. (Eds.) *Food Chemistry* (pp.8-89), Springer-Verlag, Berlim.
- Belitz H.-D., Grosch W. e Schieberle P. (2009). Carbohydrates. Em: Belitz H.-D., Grosch W. e Schieberle P. (Eds.) *Food Chemistry* (pp.248-337), Springer-Verlag, Berlim.
- Bianchi F., Careri M., Conti C., Musci M. e Vreuls R. (2007) Comparison of comprehensive two-dimensional gas chromatography-time-of-flight mass spectrometry and gas chromatography-mass spectrometry for the qualitative characterization of roasted barley by solid-phase microextraction. *Journal of Separation Science*, 30, 527-533.

- Bicho N.C.C. (2004) Qualidade e segurança alimentar no café verde e aclimação do género *Coffea* em condições de *stress* ambiental. Dissertação para obtenção ao Grau de Mestre em Tecnologia Alimentar/Qualidade. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
- Bleidere M. e Gaile Z. (2012) Grain quality traits important in feed barley. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences*, vol. 66, 1-9.
- Bravi E., Marconi O., Perreti G. e Fantozzi P. (2012) Influence of barley variety and malting process on lipid content of malt. *Food Chemistry*, 135, 1112-1117.
- Brennan C.S. e Cleary L.J. (2005) The potential use of cereal (1/3,1/4)-b-D-glucans as functional food ingredients. *Journal of Cereal Science*, 42, 1-13.
- Brennan C.S. e Cleary L.J. (2007) Utilisation Glucagel_ in the b-glucan enrichment of breads: A physicochemical and nutritional evaluation. *Food Research International*, 40, 291-296.
- Burkus Z. e Temelli F. (2000) Stabilization of emulsions and foams using barley β -glucan. *Food Research International*, 33, 27-33.
- Champ M., Langkilde A.M., Brouns F., Kettlitz B. e Collet Y.L.B. (2003) Advances in dietary fibre characterisation. 1. Definition of dietary fibre, physiological relevance, health benefits and analytical aspects. *Nutrition Research Reviews*, 16, 71-82.
- Charalampopoulos D., Wang R., Pandiella S.S. e Webb C. (2002) Application of cereals and cereal components in functional foods: a review. *International Journal of Food Microbiology*, 79, 131-141.
- Clarke R.J. e Macrae R. (198).The chemistry of cereal - based beverages. Em: Clarke R.J. e Macrae R. (Eds.) *Coffee Related Beverages* (pp.63–76), Elsevier Applied Science Publishers Ltd, New York.
- Cozzolino D., Roumeliotis S. e Eglinton J. (2013) Relationships between starch pasting properties, free fatty acids and amylose content in barley. *Food Research International*, 51, 444-449.
- Cramer A-C. J., Mattinson D.S., Fellman J.K. e Baik B-K. (2005) Analysis os volatile compounds from various types of barley cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 7526-7531.
- Cravo H.F.C. (sem data) Relatório de Projeto: CFD Capsule Research OptimalMIX. Centro de Desenvolvimento Rápido e Sustentado de Produtos.
- Danish Malting Group (1999) The barley grain, disponível online em: <http://www.crc.dk/flab/the.htm>, acedido a 18 de Fevereiro de 2013.
- Decreto-Lei Nº 53/89, de 22 de Fevereiro, que estabelece as características, formas de acondicionamento e regras de rotulagem a que devem obedecer o café e sucedâneos de café e seus respetivos extratos, bem como as misturas destes produtos.
- Decreto-Lei Nº 54/2010 de 28 de Maio, relativo à rotulagem nutricional dos géneros alimentícios, no que diz respeito às doses diárias recomendadas, aos fatores de conversão de energia e às definições.
- Denardin C.C e Silva L. P (2009) Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. *Ciência Rural*, 39, 945-954.

- Dhanalakshmi K., Ghosal S. e Bhattacharya S. (2011) Agglomeration of food powders and applications. *Food Science and Nutrition*, 51, 432-441.
- Dijksterhuis G.B. e Piggott J.R. (2001) Dynamic methods of sensory analysis. *Food Science and Technology*, 11, 284-290.
- Dills Jr. W.L. (1993) Protein fructosylation: fructose and the Maillard reaction. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 58, 779S-87.
- Dongowski G., Huth M., Gebhardt E. e Flamme W. (2002). Dietary fiber-rich barley products beneficially affect the intestinal tract of rats. *Journal of Nutrition*, 132(12), 3704-3714.
- Dorey e Draves (1998) Spectrophotometric Determination of Total Protein-Biuret Method. National Science Foundation, 1-3.
- Duh P., Yen G., Yen W. e Chang L. (2001) Antioxidant effect of water extracts from barley (*Hordeum vulgare* L.) prepared under different roasting temperatures. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(3), 1455–1463.
- Esteves E. (2009) Análise sensorial. Aparentamentos para as aulas teóricas da disciplina de *Análise sensorial* do curso de Engenharia Alimentar. Universidade do Algarve, Instituto Superior de Engenharia, Faro.
- FDA, U.S. Food and Drug Administration (2006) – “FDA finalizes health claim associating consumption of barley products with reduction of risk of coronary heart disease”, disponível online em: <http://www.fda.gov/NewsEvents/Newsroom/PressAnnouncements/2006/ucm108657.htm>, acedido a 14 de Fevereiro de 2013.
- Foegeding E.A., Luck P.J. e Davis J.P. (2006) Factors determining the physical properties of proteins foams. *Food Hydrocolloids*, 20, 284-292.
- Gallegos-Infante J.A., Rocha-Guzman N.E., Gonzalez-Laredo R.F. e Pulido-Alonso J. (2010) Effect of processing on the antioxidante properties of extracts from Mexican barley (*Hordeum barley*). *Food chemistry*, 119, 903-906.
- Geel L., Kinnear M. e Kock H.L. (2005) Relating consumer preferences to sensory attributes of instant coffee. *Food Quality and Preference*, 16, 237-244.
- Gloess A.N.,Schönbächler B., Klopprogge B., D’Ambrosio L, Chatelain K., Bongartz A., Strittmatter A., Rast M. e Yeretizian C. (2013) Comparison of nine commom coffee extraction methods: instrumental and sensory analysis. *European Food Research and Technology*, 236, 607-627.
- Grana Sp. z o.o (2011) Processo de obtenção de cevada solúvel, disponível online em: www.grana.pl, acedido a 28 de Fevereiro de 2013.
- Grando S. e Macpherson H.G. (2005) Food Barley: Importance, Uses and Local Knowledge (pp.1-156). International Centre of Agricultural Research, Siria.
- Grosch W.(1998) Flavour of coffee. A review. *Nahrung*, 42(6), 344-356.
- Guerrero L., Colomer Y., Guàrdia M.D., Xicola J. e Clotet R. (2000) Consumer attitude towards store brands. *Food Quality and Preference*, 11, 387-395.

- Guo W. e Beta T. (2013) Phenolic acid composition and antioxidant potential of insoluble and soluble dietary fibre extracts derived from select whole-grain cereals. *Food Research International*, 51, 518-525.
- Hallfrisch, J., Schofield, D.J., Behall, K.M. (2003) Physiological responses of men and women to barley and oat extracts (NutrimX). II. Comparison of glucose and insulin responses. *Cereal Chemistry* 80, 80–83.
- Havrlentová M., Petrušáková Z., Burgárová A., Gago F., Hlinková A. E Sturdík E. (2011) Cereal β -glucans and their Significance for the Preparation of Functional Foods – A Review. *Czech Journal of Food Science*, 29, 1-14.
- Horax R., Hettiarachchy N., Kannan A. e Chen P. (2011) Protein extraction optimization, characterization and functionalities of protein isolate from bitter melon (*Momordica charantia*) seed. *Food Chemistry*, 124, 545-550.
- Hughes S.A., Shewry P.R., Gibson G.R., McCleary B.V. e Rastall R.A. (2008). In vitro fermentation of oat and barley derived β -glucans by human faecal microbiota. *FEMS Microbiology Ecology*, 64(3), 482-493.
- Iannario M., Manisera M., Piccolo D. e Zuccolotto P. (2012) Sensory analysis in the food industry as a tool for marketing decisions. *Journal of Advances in Data Analysis and Classification*, 6, 303-321.
- Institute for Scientific Information on Coffee (2013) Coffee and health topics, Mental performance, disponível online em: <http://www.coffeeandhealth.org/topics/summary/food-and-mental-performance/>, acessado a 06 de Fevereiro de 2013.
- Institute of Food Technologists (1981) Sensory evaluation guide for testing food and beverage products. Sensory Evaluation Division, Institute of Food Technologists. *Food Technology* 35(11), 50-59.
- Institute of Food Technologists (sem data) Food Chemistry Experiments. Institute of Food Technologists, 3, 1-22.
- ITISE – Equipamentos Técnicos de Precisão e Científicos, Lda. Apresentação Institucional de Aplicações Niton ThermoScientific.
- Jinapong N., Supphantharika M. e Jamnong P. (2008) Production of instant soymilk powders by ultrafiltration, spray drying and fluidized bed agglomeration. *Journal of Food Engineering*, 84, 194-205.
- Kajimoto G., Onitake N., Okuda H. e Murakami C. (1999) Antioxidant activity of barley tea and their composition. *Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology*, 46(2), 67–74.
- Lähteenmäki L. (2013) Claiming health in food products. *Food Quality and Preference*, 27, 196-201.
- Lazaridou A. e Biliaderis C.G. (2007) Molecular aspects of cereal β -glucan functionality: Physical properties, technological applications and physiological effects. *Journal of Cereal Science*, 46, 101-118.
- Lidon F. e Silvestre M.M (2010). Alimentação racional. Em: Lidon e Silvestre (Eds), *Princípios de Alimentação e Nutrição Humana* (pp. 160-167). Escolar Editora, Lisboa.

- Liu S., Elmer C., Low N.H. e Nickerson M.T. (2010) Effect of pH on the functional behavior of pea protein isolate-gum Arabic complexes. *Food Research International*, 43, 489-495.
- Majcher M.A., Klensporf-Pawlik D., Dziadas M. e Jelén H.H. (2013) Identification of Aroma Active Compounds of Cereal Coffee Brew and Its Roasted Ingredients. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61, 2648-2654.
- Malting and Brewing (2011) Composition of barley kernel, disponível online em: <http://maltingandbrewing.com/composition-of-barley-kernels.html>, acessado a 18 de Fevereiro de 2013.
- Marlett J.A., McBurney M.I. e Slavin J.L (2002) Position of the American Dietetic Association: Health implications of dietary fibre. *Journal of American Dietetic Association*, 102, 993-1000.
- Marsh K e Bugusu B (2007) "Food Packaging-Roles, Materials, and Environmental Issues." *Journal of Food Science*, 72(3) 39-55.
- Meiselman H.L. (2013) The future in sensory/consumer research:..... evolving to a better science. *Food Quality and Preference*, 27, 208-214.
- Meyer K.A., Kushi L.H., Jacobs Jr D.R., Slavin J., Sellers T.A. e Folsom A.R. (2000) Carbohydrates, dietary fiber, and incident type 2 diabetes in older women. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 71, 921-930.
- Michishita T., Akiyama M., Hirano Y., Ikeda M., Sagara Y. e Araki T. (2010) Gas Chromatography/Olfactometry and Electronic Nose Analyses of Retronasal Aroma of Espresso and Correlation with Sensory Evaluation by an Artificial Neural Network. *Journal of Food Science*, 75(9), 477-489.
- Milč B.L., Grujić-Injac B., Piletić M.V., Lajšić S. e Kolarov L.A. (1975) Melanoidins and Carbohydrates in Roasted Barley. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 23, 960-963.
- MRDC, 2012a – Marketing Research GN Delta Cafés. Portugal Retail, Cafés Solúveis: Principais Indicadores de Mercado.
- MRDC, 2012b – Marketing Research GN Delta Cafés. Portugal INA "In-Home", Solúveis: Principais Indicadores de Mercado.
- Mridula D., Goyal R.K., Bhargav V.K. e Manikantan M.R. (2007) Effect of roasting on texture, color and acceptability of soybean for making *Sattu*. *American Journal of Food Technology*, 4, 265-272.
- Murtaugh M.A., Jacobs Jr D.R., Jacob B., Steffen L.M. e Marquart L. (2003) Epidemiological support for the protection of whole grains against diabetes. *Nutrition Society*, 62, 143-149.
- Navarini L. e Rivetti D. (2010) Water quality for *Espresso* Coffee. *Food Chemistry*, 122, 424-428.
- NBFC, National Barley Foods Council (2013) "Health & Nutrition of Barley Foods", disponível online em: <http://www.barleyfoods.org/nutrition.html#q7>, acessado a 14 de Fevereiro de 2013.
- Newman R.K. e Newman C.W. (2008) Barley Processing: Methods and Product Composition. Em: Newman e Newman (Eds), *Barley for Food and Health, Science, Technology and Products* (pp.95-126), John Wiley & Sons, Inc. Publication, New Jersey.

- Newman R.K. e Newman C.W. (2008) Barley: Genetics and Nutrient Composition. Em: Newman R.K. e Newman C.W (Eds) *Barley for Food and Health, Science, Technology and Products* (pp.56-94). John Wiley & Sons, Inc., New Jersey.
- NovaDelta Cafés (2013) Apresentação Institucional NovaDelta, Comércio e Indústria de Cafés, S.A.
- Nunes C.S. e Baptista A.O. (2001) Implicações da Reação de Maillard nos alimentos e nos sistemas biológicos. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, 96, 53-59.
- Oliveira A.L., Cabral F.A., Eberlin M.N. e Cordello H.M.A.B. (2009)*a* Sensory evaluation of black instant coffee beverage with some volatile compounds present in aromatic oil from roasted coffee. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 29, 76-80.
- Oliveira M., Casal S., Morais S., Alves C., Dias F., Ramos S., Mendes E., Delerue-Matos C. e Oliveira M.B.P.P. (2012) Intra-and interspecific mineral composition variability of comercial instante coffees and coffee substitutes: Contribution to mineral intake. *Food Chemistry*, 130, 702-709.
- Oliveira R.C.S., Oliveira L.S., Franca A.S. e Augusti R. (2009)*b* Evaluation of the potential of SPME-GC-MS and chemometrics to detect adulteration of ground roasted coffee with roasted barley. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22, 257-261.
- Omwamba M. e Hu Q. (2010) Antioxidant Activity in Barley (*Hordeum Vulgare* L.) Grains Roasted in a Microwave Oven under Conditions Optimized Using Response Surface Methodology. *Journal of Food Science*, 75, 66-73.
- Pappeti A., Daglia M., Aceti C., Quaglia M., Gregotti C., Gazzani G. (2006) Isolation of an in Vitro and in ex Vivo Antiradical Melanoidin from Roasted Barley. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 1209-1216.
- Patel R.P., Patel M.P. e Suthar A.M. (2009) Spray drying technology: an overview. *Indian Journal of Science and Technology*, 2, 44-47.
- Pathare P.B., Opara U.L. e Al-Said F.A. (2013) Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. *Food and Bioprocess Technology*, 6, 36-60.
- Pedraõ M.R. e Coró F.A.G. (1999) Análise sensorial e a sua importância na pesquisa de alimentos. *Revista UNOPAR Científica: Ciências, Biologia e Saúde*, 1, 85-89.
- Piazza L., Gigli J. e Bulbarelo A. (2008) Interfacial rheology study of espresso coffee foam structure and properties. *Journal of Food Engineering*, 84, 420-429.
- Pierce K.M., Bramanti E., Onor M., Spiniello R., Kangas A., Skogerboe K.J. e Synovec R.E. (2010) Analysis of commercial beverage products by size exclusion chromatography coupled with UV-vis absorbance detection and dynamic surface tension detection. *Talanta*, 80, 1445-1451.
- Polesi L.F. (2009) Amido resistente obtido a partir de amido de leguminosas e de seus hidrolisados. Dissertação apresentada para obtenção do título de mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade de São Paulo, Escola Superior de agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, Brasil.
- Ponzoni G.B. e Nutley N.J. (1966) Soluble coffee process. United States Patent Office, 3,261,689, New York.

- Putranto A. e Chen X.D. (2012) Roasting of Barley and Coffee Modeled Using the Lumped-Reaction Engineering Approach (L-REA). *Drying Technology*, 30, 475-483.
- Pyves R.R. (1985) Soluble coffee process. European Patent Specification, Publication number: 0056174 B1, England.
- Ribeiro V.S.S. (2010) Desenvolvimento de um blend de café com potencial impacto positivo para a saúde pública. Dissertação para a obtenção do Grau de Doutor em Qualidade Alimentar. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
- Rossi G. (2008) Single-use containment capsule of an aromatic essence for producing an infusion. International Patent Classification B65D 85/804 (2006.01), World Intellectual Property Organization.
- Rossi, G. (2008) International Application Published under the Patent Cooperation Treaty. International Publication Number WO 2008/125256 A1.
- Russo L., Albanese D., Siettos C.I., Di Matteo M. e Crescitelli S. (2012) A neuro-fuzzy computational approach for multicriteria optimisation of the quality of espresso coffee by pod based on the extraction time, temperature and blend. *International Journal of Food Science and Technology*, 47, 837-846.
- Schmidt C. (2009). Defining and Meeting Customer Needs: Beyond Hearing the Voice of the Consumer. Em: Moskowitz H.R., Saguy I.S., Straus T. (Eds), *An integrated approach to new food product development* (pp. 217-221), CRC Press Taylor & Francis Group, New York.
- Seefeldt H., Larsen F.H., Viereck N. e Petersen M.A. (2011) Lipid composition and deposition during grain filling in intact barley (*Hordeum vulgare*) mutant grains as studied by ¹H HR MAS NMR. *Journal of Cereal Science*, 54, 442-449.
- Slavin J. (2004) Whole grains and human health. *Nutrition Research Reviews*, 17, 000-000.
- Straus T. (2009). The New Product Success Equation: Building Success into the New Product Development Process (a.k.a. An Objective-Based Product Development Process). Em: Moskowitz H.R., Saguy I.S., Straus T. (Eds), *An integrated approach to new food product development* (pp. 19-20), CRC Press Taylor & Francis Group, New York.
- Sullivan P., Arendt E. e Gallagher E. (2012) The increasing use of barley and barley by-products in the production of healthier baked goods. *Food Science and Technology*, 1-11.
- Teixeira L.V. (2009) Análise sensorial na indústria de alimentos. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, 64, 12-21.
- Teixeira, R. A. (2008) Afinal, café faz bem à saúde? *ICB, Instituto do cérebro de Brasília*. Brasília, Brasil.
- Thondre P.S., Ryan L. e Henry C.J.K. (2011) Barley β -glucan extracts as rich sources of polyphenols and antioxidants. *Food Chemistry*, 126, 72-77.
- Tybor P.T. e Reynolds A. (1989) Food Product Development. The University Of Georgia College of Agricultural & Environmental Sciences, pp. 1-20.
- Urala N. e Lähteenmäki L. (2004) Attitudes behind consumers' willingness to use functional foods. *Food Quality and Preference*, 15, 793-803.

- Van Boekel M.A.J.S. (2006) Formation of flavor compounds in the Maillard reaction. *Biotechnology Advances*, 24, 230-233.
- Van Boekel M.A.J.S. (2009). Innovation as Science. Em: Moskowitz H.R., Saguy I.S., Straus T. (Eds), *An integrated approach to new food product development* (pp. 37-39), CRC Press Taylor & Francis Group, New York.
- van Kleef E., van Trijp H.C.M. e Luning P. (2005) Consumer research in the early stages of new product development: a critical review of methods and techniques. *Food Quality and Preference*, 16, 181-201.
- Verbeke W. (2005) Consumer acceptance of functional foods: socio-demographic, cognitive and attitudinal determinants. *Food Quality and Preference*, 16, 45-57.
- Vitaglione P., Napolitano A. e Fogliano V. (2008) Cereal dietary fibre: a natural functional ingredient to deliver phenolic compounds into the gut. *Food Science and Technology*, 19, 451-463.
- VitalSensors Technologies (2011) VitalSensors Technologies VS-3000 Juice and Diet Beverage Monitor - High Technology Inline Process Control Sensors. *VitalSensors Technologies LLC*, 1-3.
- Yalcin E., Çelik S. e Ibanğlu E. (2008) Foaming properties of barley protein isolates and hydrolysates. *European Food Research and Technology*, 226, 967-974.
- Zaia D.A.M., Zaia C.T.B.V. e Lichtig J. (1998) Determinação de proteínas totais via espectrofotométrica: vantagens e desvantagens dos métodos existentes. *Química Nova*, 21, 787-893.
- Zuim D.R. (2010) Estudo da adsorção de componentes do aroma de café (benzaldeído e ácido acético) perdidos durante o processo de produção de café solúvel. Dissertação para obtenção do título de mestre em tecnologia dos alimentos. Universidade Federal do Pará, Curitiba, Brasil.

ANEXO I

 GRUPONABEIRO	PROJECTO PLANÍCIE TESTE DE CONSUMIDOR	
--	--	---

Data: _____

Número do provador _____

O presente questionário visa saber qual a sua opinião acerca de um novo produto. Para tal é importante obter algumas informações sobre o seu perfil de consumidor de produtos da mesma gama, seguindo-se a prova sensorial do produto em questão.

1. Idade	< 25 ____ 25 – 35 ____ 35 – 50 ____ > 50 ____
2. Sexo	Feminino ____ Masculino ____
3. Onde vive?	
4. Qual/quais das bebidas quentes consome habitualmente?	Café ____ Curto ____ Longo ____ Abatanado ____ Descafeinado ____ Pingado ____ Galão ____ Meia de leite ____
5. Momento a que habitualmente a(s) toma. No caso de tomar mais do que uma, indique à frente do momento a bebida respectiva.	Ao pequeno-almoço ____ Após o almoço ____ Após qualquer refeição ____ A qualquer momento ____
6. Consome ou consumiu sucedâneos de café (cevada, chicória, cereais, etc.)?	Sim ____ Não ____ (passe à questão 8)
7. Momento a que consome ou consumiu esse tipo de bebida	Ao pequeno-almoço ____ Após o almoço ____ Após qualquer refeição ____ A qualquer momento ____

8. Ser-lhe-ão dadas quatro bebidas feitas a partir de cevada (100%) e gostaríamos que nos desse a sua opinião sobre alguns aspetos sensoriais. Para tal classifique-os segundo uma escala de 0 a 9, consoante o “Desagrada” ou “Gosta muito”, respetivamente. As bebidas serão codificadas de A a D e para cada valor atribuído coloque a respetiva letra. Entre cada bebida dispõe de um copo de água e bolachas para “limpar” o paladar.

8.1 Aspecto/Cor

<i>Desagrada-me</i>		<i>Não gosto</i>		<i>Deixa-me indiferente</i>		<i>Gosto</i>		
<i>Gosto muito</i>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9

8.2 Aroma

<div>2. Avalie</div>								
<i>Desagrada-me</i>		<i>Não gosto</i>		<i>Deixa-me indiferente</i>			<i>Gosto</i>	
<i>Gosto muito</i>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9

8.3 Doçura

<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>								
<i>Desagrada-me</i>		<i>Não gosto</i>		<i>Deixa-me indiferente</i>			<i>Gosto</i>	
<i>Gosto muito</i>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9

8.4 Corpo/Textura

<i>Desagrada-me</i>		<i>Não gosto</i>		<i>Deixa-me indiferente</i>		<i>Gosto</i>		
<i>Gosto muito</i>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9

8.5 Sabor natural

<i>Desagrada-me</i>		<i>Não gosto</i>		<i>Deixa-me indiferente</i>		<i>Gosto</i>		
<i>Gosto muito</i>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9

8.6 Qualidade global

<i>Desagrada-me</i>		<i>Não gosto</i>		<i>Deixa-me indiferente</i>		<i>Gosto</i>		
<i>Gosto muito</i>								
1	2	3	4	5	6	7	8	9

9. Ordene de forma decrescente (da que mais gostou para a que menos gostou) a sua preferência pelas bebidas que provou.

10. Consumiria este tipo de bebida (cevada) em que momento(s)?	Ao pequeno-almoço ____ Após o jantar ____ A qualquer hora ____
11. Em relação ao conceito da bebida, o que achou sobre o seu volume?	Prefiro a bebida curta ____ Porquê? _____ _____ Prefiro a bebida longa ____ Porquê? _____ _____ Preferia uma bebida mais curta ____ Porquê? _____ Preferia uma bebida mais longa ____ Porquê? _____ É-me indiferente ____ Porquê? _____
12. Adicionaria algum acompanhamento líquido?	Sim ____ Qual? _____ Não ____
13. Tem máquina de café em casa?	Sim, da DeltaQ ____ Sim, de outra marca ____ Não tenho máquina ____
14. Compraria alguma destas bebidas?	Não, porque não tenho máquina Delta Q ____ Certamente não compraria ____ Provavelmente não compraria ____ Talvez não comprasse ____ Talvez comprasse ____ Qual/quais ____ Provavelmente compraria ____ Qual/quais ____ Certamente compraria ____ Qual/quais ____
15. Vê vantagens na preparação desta bebida na máquina de café expresso?	Sim ____ Não ____ Prefiro preparação manual ____
16. O que mais agradou? O que menos agradou? Deixe-nos a sua observação ou sugestão de melhoria sobre o produto analisado.	

O seu questionário chegou ao fim. Muito obrigada pela sua colaboração!